



TESIS - RE 142541

ANALISIS IDENTIFIKASI & INVENTARISASI SUMBER PENCEMAR DI KALI SURABAYA

AYU KUMALA NOVITASARI
3312 201 005

DOSEN PEMBIMBING
Ir. EDDY S. SOEDJONO Dipl. SE., M.Sc., Ph.D

PROGRAM MAGISTER
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015



THESIS - RE 142541

ANALYSIS ON POLLUTION SOURCES at KALI SURABAYA, JAWA TIMUR

AYU KUMALA NOVITASARI
3312 201 005

SUPERVISOR
Ir. EDDY S. SOEDJONO Dipl. SE., M.Sc., Ph.D

MASTER PROGRAM
ENVIRONMENTAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015

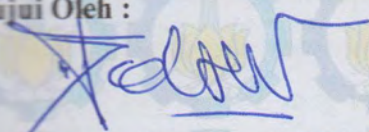
Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember
oleh :

AYU KUMALA NOVITASARI
Nrp.3312 201 005

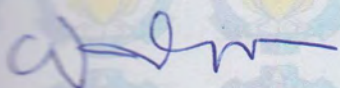
Tanggal Ujian : 7 Januari 2015
Periode Wisuda : Maret 2015

Disetujui Oleh :



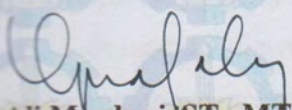
1. Prof. Ir. Eddy S. Soedjono, MSc.ES., PhD
NIP: 196003081989031001

(Pembimbing I)



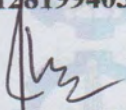
2. Prof. Dr. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc
NIP: 195001141979031001

(Penguji)



3. Dr. Ali Masduqi, ST., MT
NIP: 196801281994031003

(Penguji)



4. Ipung Fitri Purwanti, ST., MT., PhD
NIP: 197111142003122001

(Penguji)



Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT
NIP. 196404051990021001

ANALISIS IDENTIFIKASI & INVENTARISASI SUMBER PENCEMAR DI KALI SURABAYA

Nama Mahasiswa : Ayu Kumala Novitasri

NRP : 3312 201 005

Pembimbing : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl. SE., M.Sc., Ph.D

ABSTRAK

Kali Surabaya merupakan salah satu sumber daya air di Provinsi Jawa Timur yang mengalir sepanjang 42,3 Km. Kali Surabaya mempunyai fungsi sosial ekonomi dan budaya yang kental karena fungsinya sebagai sumber air baku air minum, industri, pertanian maupun rekreasi bagi Kabupaten Mojokerto, Sidoarjo, Gresik dan Kota Surabaya. Masalah yang sering terjadi adalah sebagian besar limbah cair dari hasil aktifitas masyarakat dibuang ke saluran yang bermuara di Kali Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sumber pencemar spesifik yang terjadi di Kali Surabaya sehingga dapat ditentukan strategi pengelolaan dalam meminimisasi pencemaran air limbah yang terjadi.

Penelitian diawali dengan melakukan pengumpulan data primer berupa *plotting* sumber pencemar di sepanjang Kali Surabaya dan pengambilan uji kualitas air dengan parameter BOD, COD, TSS dan pH. Selanjutnya data hasil uji kualitas air limbah akan dibandingkan dengan Kepmen LH No.72 Tahun 2013 serta dilakukan perhitungan beban pencemaran. Sebagai tambahan, dilakukan pengumpulan data sekunder kualitas air Kali Surabaya selama 5 tahun dan dilakukan analisis berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 terkait klasifikasi mutu kelas air Kali Surabaya.

Hasil penelitian didapatkan, sebanyak 215 titik sumber pencemar berupa saluran air limbah domestik, 10 sumber pencemar berupa outlet *effluent* industri yang membuang limbah cair nya ke Kali Surabaya. Adanya 225 titik sumber pencemar tersebut menyebabkan kualitas air Kali Surabaya tidak memenuhi baku mutu air kelas I, yaitu kriteria mutu air yang dimanfaatkan sebagai air baku air minum sesuai PP No. 82 Tahun 2001. Strategi pengelolaan pencemaran air Kali

Surabaya yang dapat diberikan yaitu: (1) pelaksanaan program pembangunan IPAL komunal di wilayah pemukiman; (2) peningkatan frekuensi kegiatan pengawasan untuk wilayah industri; (3) penegakan hukum maupun *rewards* kepada industri dalam pengelolaan lingkungan.

Kata Kunci: Kali Surabaya, Kualitas Air, Pencemaran, Pengelolaan

ANALYSIS on POLLUTION SOURCES at KALI SURABAYA, JAWA TIMUR

Name : Ayu Kumala Novitasari

NRP : 3312 201 005

Supervisor : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

ABSTRACT

Kali Surabaya is one of the water resources located in East Java, which flows along 42,3 Km from Mojokerto District to Surabaya. Kali Surabaya has a social, economic and cultural functions which is closely related to their use as raw water of drinking water, industrial, agriculture and recreation for Mojokerto, Sidoarjo, Gresik District and also City of Surabaya. The main problem that often occurs in Kali Surabaya is wastewater discharges from daily activities into drains that leads to Kali Surabaya and it's estuaries. This research aims to determine the source of spesific pollutant contained in Kali Surabaya, to select the management strategy to minimize waste pollution.

The research begins by collecting primary data such as plotting pollutant point sources along Kali Surabaya and collection of waste water quality for BOD, COD, TSS and pH. Futhermore, results of waste water quality will be compare with regulation of Kepmen LH 72/2013 and used to make calculation of pollutant load. In addition, collecting secondary data also conducted of water quality Kali Surabaya for 5 years and carried out the analysis of water quality based on regulation Peraturan Pemerintah No. 82/2001.

The results show, 215 point sources pollution has found in the form of drains and 10 point sources pollution in the form of industrial which discharge their waste water into Kali Surabaya. The 225 point sources of these pollutants caused the water quality of Kali Surabaya exceeded the water quality standard class I which is used as raw water for drinking water based on goverment regulation Peraturan Pemerintah No. 82/2001. Water pollution management strategies for Kali

Surabaya granted from this research is (1) implementation Waste Water Treatment Plant (WWTP) development program in residential areas; (2) increase frequency of surveillance activities for industrial area; (3) establish law enforcement and rewards to the industry in environmental management.

Keywords : Contamination, Kali Surabaya, Management ,Water quality

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan Tesis dengan judul “Analisis Identifikasi dan Inventarisasi Sumber Pencemar di Kali Surabaya”. Tesis ini disusun dalam rangka memenuhi penyelesaian Program Magister Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan Tesis ini penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ir. Eddy S. Soedjono Dipl. SE., Msc., Ph.D. selaku dosen pembimbing dan Ketua Jurusan Program Studi Teknik Lingkungan yang selalu memberikan nasehat, arahan, pemikiran dan bimbingan dalam penyusunan Tesis ini.
2. Alia Damayanti, ST., MT., Ph.D. yang selalu membantu memberi masukan dalam penyusunan Tesis ini.
3. Prof. Dr. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc selaku dosen wali dan dosen penguji yang telah memberikan saran pada Tesis ini.
4. Dr. Ali Masduqi, ST., MT, Ipung Fitri Purwanti, ST., MT., Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan pada Tesis ini.
5. Pihak JICA/Aunseed-Net atas kesempatannya untuk dapat ikut terlibat dalam penelitian kolaborasi tiga negara, serta support yang tak terhingga dalam penyusunan Tesis ini.
6. Teman-teman angkatan 2013 program pasca sarjana jurusan Teknik Lingkungan terutama untuk Sarah dan Cessa yang senantiasa menemani dalam pembuatan Tesis ini.
7. Teman-teman CV. Geo-Enviro yang telah membantu penulis dalam kegiatan pengambilan sampling dan data di lapangan.
8. Keluarga di rumah khususnya Mama, Papa dan Suami tercinta yang selalu memberikan bantuan doa, semangat dan motivasi yang luar biasa

9. Staf Program Magister Teknik Lingkungan atas bantuannya selama menempuh studi.
10. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu dalam pembuatan Tesis ini

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari sempurna. Namun, Penulis berharap semoga Tesis ini dapat menjadi pengetahuan baru dan bermanfaat bagi semua pihak.

Hormat,

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Definisi dan Karakteristik Air Limbah	7
2.1.1 Definisi Air Limbah	7
2.1.2 Karakteristik Air Limbah	9
2.2 Air Limbah Domestik	13
2.2.1 Debit Air Limbah Domestik	14
2.3 Air Limbah Industri	15
2.4 Pencemaran Air	16
2.4.1 Kualitas Air	17
2.4.2 Parameter Zat Pencemar	18
2.4.2.1 BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	18
2.4.2.2 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	20
2.4.2.3 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	20
2.4.2.4 pH atau Konsentrasi Ion Hidrogen	21
2.5 Penyakit yang Berhubungan dengan Air atau <i>Waterborne Diseases</i>	21
2.5.1 Disentri	21
2.5.2 Kholera	22
2.5.3 Hepatitis A	22
2.5.4 Tipus dan Paratifus	22
2.6 Badan Air Penerima atau Sungai	23
2.6.1 Baku Mutu Air	24
2.6.1.1 Baku Mutu Air Sungai	24
2.6.2 Kali Surabaya	25

BAB 3 GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

3.1 Umum	27
3.1.1 Kondisi Geografis	27
3.1.2 Karakteristik Kali Surabaya	28
3.1.3 Kondisi Administratif	29
3.1.4 Kependudukan	32

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Umum	35
4.2 Kerangka Metode Penelitian	35
4.3 Langkah Kerja Peneliti	37
4.3.1 Ide Penelitian	37
4.3.2 Studi Literatur	38
4.3.3 Pengumpulan Data	38
4.3.4 Pelaksanaan Penelitian	39
4.3.5 Penentuan Daerah Sampling	39
4.3.6 Analisis Data	40
4.4 Pembahasan	41
4.5 Kesimpulan dan Saran	41

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian	43
5.1.1 Penentuan <i>Boundary</i> Wilayah Studi	43
5.1.2 Pembagian Kelompok Wilayah Studi	47
5.1.3 Identifikasi Kelompok Wilayah Studi & Inventarisasi Sumber Pencemar	51
5.1.3.1 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 1 ..	51
5.1.3.2 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 2 ..	54
5.1.3.3 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 3 ..	56
5.1.3.4 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 4 ..	58
5.1.3.5 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 5 ..	60
5.1.3.6 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 6 ..	62
5.1.3.7 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 7 ..	64
5.1.3.8 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 8 ..	66
5.2 Analisis Kualitas Air	70
5.2.1 Analisis Kualitas Air Limbah	70
5.2.1.1 <i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	72
5.2.1.2 <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	74
5.2.1.3 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	75
5.2.1.4 Derajat Keasaman atau pH	77
5.2.2 Analisis Kualitas Air Limbah	78

5.2.2.1	<i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	80
5.2.2.2	<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	82
5.2.2.3	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	83
5.2.2.4	Derajat Keasaman atau pH.....	84
5.3	Analisis Beban Pencemaran.....	86
5.4	Strategi Pengelolaan Sungai.....	88
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		91
DAFTAR PUSTAKA		93
LAMPIRAN A		
LAMPIRAN B		
LAMPIRAN C		

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Pengelompokan Bahan Dalam Air Limbah (Sugiharto,1987)	7
Gambar 2.2 Fluaktuasi Debit Air Limbah Rumah Tangga (Supradata, 2005).....	14
Gambar 3.1 Peta Lokasi Kali Surabaya	31
Gambar 3.2 Konsep Analisa Penelitian	35
Gambar 4.1 Kerangka Metode Penelitian.....	36
Gambar 5.1 Peta Batas <i>Boundary</i>	44
Gambar 5.2 Peta Kelompok Wilayah Studi.....	48
Gambar 5.3 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 1	52
Gambar 5.4 Peta Ploting Sumber Pencemar KWS 1	53
Gambar 5.5 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 2.....	54
Gambar 5.6 Peta Ploting Sumber Pencemar KWS 2	55
Gambar 5.7 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 3	56
Gambar 5.8 Peta Ploting Sumber Pencemar KWS 3	57
Gambar 5.9 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 4.....	58
Gambar 5.10 Peta Ploting Sumber Pencemar KWS 4	59
Gambar 5.11 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 5	60
Gambar 5.12 Peta Ploting Sumber Pencemar KWS 5	61
Gambar 5.13 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 6	62
Gambar 5.14 Peta Ploting Sumber Pencemar KWS 6	63
Gambar 5.15 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 7	64
Gambar 5.16 Peta Ploting Sumber Pencemar KWS 7	65
Gambar 5.17 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 8	66
Gambar 5.18 Peta Ploting Sumber Pencemar KWS 8	67
Gambar 5.19 Presentase Identifikasi Pola Penggunaan Lahan Kali Surabaya.....	68
Gambar 5.20 Peta Sumber Pencemar Kali Surabaya	69
Gambar 5.21 Peta Hasil Uji Kualitas Sungai	71

Gambar 5.22 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Limbah Parameter BOD.....	72
Gambar 5.23 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Limbah COD.....	74
Gambar 5.24 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Parameter TSS.....	76
Gambar 5.25 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Limbah Parameter pH	77
Gambar 5.26 Peta Lokasi Titik Pantau Kualitas Air PJT 1 di Kali Surabaya	79
Gambar 5.27 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Limbah Parameter BOD.....	80
Gambar 5.28 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Kali Surabaya Parameter COD	82
Gambar 5.29 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Kali Surabaya Parameter TSS.....	84
Gambar 5.30 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Kali Surabaya Parameter pH.....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Bahan Anorganik dan Dampaknya Terhadap Kesehatan	11
Tabel 2.2 Parameter Bahan Organik dan Dampaknya Terhadap Kesehatan	12
Tabel 2.3 Kebutuhan Air Bersih	15
Tabel 2.4. Baku Mutu Air Limbah Domestik Sesuai Kepmen LH No. 112 Tahun 2003	18
Tabel 2.5. Baku Mutu Air Limbah Domestik Sesuai Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013	18
Tabel 2.6. Rincian Rata-Rata Nilai BOD ₅ per Orang per Hari untuk Negara Tropis.....	19
Tabel 2.7 Kondisi Hidrolis Kali Surabaya	26
Tabel 3.1. Batasan Administratif Kali Surabaya.....	29
Tabel 3.2. Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk Sepanjang Kali Surabaya.....	32
Tabel 5.1. Persentase Wilayah Studi & Jumlah Penduduk yang Disesuaikan <i>Boundary</i>	45
Tabel 5.2. Hasil Pembagian Kelompok Wilayah Studi	49
Tabel 5.3. Titik Koordinat Segmentasi Wilayah Studi	50
Tabel 5.4. Nilai Beban Pencemaran Sesuai Jumlah Penduduk.....	87
Tabel 5.5. Nilai Beban Pencemaran Sesuai Jumlah Industri	87

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsep dasar air adalah sebagai sumber kehidupan di dunia, mengintegrasikan kepedulian terhadap pengelolaan sumber daya air di semua sektor adalah mutlak dilakukan, demi kelangsungan dan kesejahteraan seluruh makhluk hidup untuk hari ini, esok dan masa depan. Dalam konteks pengelolaan sumber daya air menuju *water security* (Cook and Bakker, 2012) dapat diartikan bahwa ketersediaan air yang dilihat dari kuantitasnya yang dapat dimanfaatkan bagi makhluk hidup serta air yang dilihat dari segi kualitasnya untuk keberlangsungan kesehatan manusia, sebagai produksi ataupun dimanfaatkan sebagai mata pencaharian. Definisi tersebut memperkuat konsep dasar air sebagai sumber kehidupan yang memiliki fungsi sosial ekonomi yang kuat. Kuantitas atau jumlah air umumnya sangat dipengaruhi oleh lingkungan fisik daerah seperti curah hujan, topografi dan jenis batuan. Sedangkan kualitas air sangat dipengaruhi oleh lingkungan sosial seperti kepadatan penduduk dan kepadatan sosial. Dikatakan oleh Hadi dan Purnomo (1996), dari sisi kuantitas air di alam ini jumlahnya relatif tetap namun kualitasnya semakin lama semakin menurun.

Kali Surabaya merupakan salah satu cabang dari Kali Brantas yang terletak di bagian hilir dan memiliki fungsi sosial ekonomi budaya yang kental bagi empat Kabupaten/Kota di Jawa Timur. Panjang sungai Kali Surabaya dari bagian hulu, dimulai dari Dam Mlirip hingga hilir sungai, yaitu Bendung Jagir adalah $\pm 42,3$ km. Kali Surabaya mengalir dari Kabupaten Mojokerto ke timur laut melewati Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Gresik dan Kota Surabaya (Maulidya, 2010). Kali Surabaya melewati Kabupaten Mojokerto dengan batas administratif Kecamatan Jetis, mengalir hingga melewati Kabupaten Sidoarjo dengan batas administratif empat kecamatan, yaitu Kecamatan Balongbendo, Kecamatan Tarik, Kecamatan Krian dan Kecamatan Taman. Kabupaten Gresik memiliki daerah administratif dengan wilayah yang dilewati adalah Kecamatan

Wringinanom dan Kecamatan Driyorejo, memasuki wilayah Kota Surabaya, Kali Surabaya mengalir melewati Kecamatan KarangPilang, Kecamatan Jambangan, Kecamatan Dukuh Pakis serta Kecamatan Wonokromo

Berdasarkan data SLHD Provinsi Jawa Timur pada tahun 2011, dinyatakan secara umum pemanfaatan lahan di wilayah aliran sungai didominasi kegiatan sawah, lahan kering dan non pertanian. Penggunaan lahan non pertanian pada umumnya berupa pemukiman, sarana perniagaan dan kawasan industri. Aliran air Kali Surabaya kerap kali disebut sebagai aliran sungai yang multifungsi dan memiliki arti strategis dalam konteks nasional sehingga perlu dikelola secara khusus. Beberapa fungsi dari air Kali Surabaya antara lain, sebagai air baku air minum bagi penduduk Kota Surabaya, dapat dimanfaatkan pula sebagai sarana pembudidayaan ikan di wilayah Kabupaten Gresik selain juga tempat pembuangan limbah cair dari kegiatan domestik di wilayah Mojokerto dan Sidoarjo serta muara dari saluran pembuangan *effluent* bermacam jenis industri yang semakin menjamur. Oleh karena fungsinya tersebut sudah selayaknya air Kali Surabaya memiliki kualitas sesuai dengan baku mutu bagi pemanfaatannya untuk makhluk hidup, namun menurut Soemarwoto (2009), penggunaan bermacam sumber daya untuk pembangunan selalu disertai oleh terjadinya pencemaran. Beban pencemaran yang terus meningkat dapat menurunkan kemampuan pemulihan diri dari Kali Surabaya yang berdampak pada penurunan kualitas air sungai. Kualitas air Kali Surabaya yang semakin tercemar dan mengarah pada peningkatan beban pencemaran dapat mengancam kesehatan masyarakat.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, jika air diperuntukkan sebagai air baku air minum maka kualitas air harus memenuhi kriteria kualitas air kelas I. Kriteria tersebut meliputi parameter DO 6 mg/l, BOD 2 mg/l, COD 10 mg/l dan TSS 50 mg/l. Namun demikian, berdasarkan beberapa pemantauan kualitas air yang telah dilakukan nilai BOD Kali Surabaya sebesar 5 mg/l, DO 4 mg/l, COD 6 mg/l dan TSS sebesar 120 mg/l (Dinas Kominfo Jatim, 2009 dalam Mardiana, 2010).

Hasil pemantauan kualitas air di Kali Surabaya tersebut, jelas sudah sangat melebihi baku mutu lingkungan. Hal tersebut terjadi karena semakin banyaknya zat organik dan pencemar yang masuk kedalam sungai yang mengakibatkan penurunan kualitas air. Perum Jasa Tirta I (2013), menyebutkan kualitas air Kali Surabaya selama ini masih dalam standar kelas dua, hal itu terjadi dikarenakan pencemaran di Kali Surabaya sebanyak 62% berasal dari limbah rumah tangga sedangkan sisanya limbah industri dan limbah lainnya. Beberapa fakta lainnya ditemukan bahwa, tercemarnya Kali Surabaya selama kurun waktu 13 tahun terakhir ini dikarenakan fungsi Kali Surabaya yang digunakan sebagai tempat pembuangan tinja (Republika, 2011).

Data yang didapatkan dari Bappenas dan Ditjen Pemukiman dan Perumahan (2010) dalam Republika (2011) menyebutkan, sekitar 14 juta warga Jatim masih melakukan kegiatan BAB di tempat terbuka yang secara langsung dan tidak langsung mengkontaminasi air sungai. Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa, pencemaran limbah secara besar-besaran merupakan *main issue* yang terjadi di sepanjang Kali Surabaya dan telah terjadi selama bertahun-tahun. Cara pembuangan limbah domestik seperti itu jelas dapat menyebarkan kuman penyakit yang terbawa aliran sungai dan berdampak buruk terhadap kesehatan masyarakat, bukan hanya masyarakat bantaran Kali Surabaya namun seluruh masyarakat Kota Surabaya akan terancam kesehatannya karena air baku air minumannya tercemar limbah domestik.

Gambaran aliran Kali Surabaya dari hulu hingga hilir adalah merupakan wilayah dengan kegiatan pembangunan yang tergolong intensif, penambahan penduduk yang cukup tinggi serta semakin menjamurnya industri-industri. Perubahan penggunaan lahan, serta bertambahnya kawasan pemukiman di Kali Surabaya hulu, tengah dan hilir berimplikasi terhadap masuknya polutan ke Kali Surabaya. Sumber utama pencemaran Kali Surabaya sebagian besar berasal dari limbah domestik dan limbah industri, serta limbah lainnya seperti limbah pertanian dan peternakan. Aktivitas industri menghasilkan air limbah dengan berbagai macam kandungan pencemar didalamnya, sedangkan akibat dari

aktivitas rumah tangga menjadikan Kali Surabaya tercemar berat oleh limbah domestik.

Oleh karena itu perlu diketahui informasi mengenai tingkat pencemaran yang terjadi di Kali Surabaya, sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 1 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran yang menyatakan bahwa pemerintah memiliki kewenangan dalam melaksanakan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar. Berdasarkan peraturan tersebut, penelitian terhadap Inventarisasi sumber pencemar berusaha dilaksanakan dengan melalui kegiatan pengumpulan data dan informasi yang diperlukan untuk mengetahui sebab dan faktor yang menyebabkan penurunan kualitas air. Selanjutnya hasil inventarisasi sumber pencemar tersebut dapat dijadikan dasar pengelolaan pengendalian pencemaran di Kali Surabaya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil inventarisasi sumber pencemar di Kali Surabaya?
2. Apakah benar sumber pencemar utama di Kali Surabaya berasal dari limbah domestik?
3. Apakah strategi pengelolaan yang dilakukan dalam rencana pengendalian pencemaran air Kali Surabaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui lokasi titik sumber pencemar menggunakan metode *mapping* saluran air limbah.
2. Menganalisis hasil kualitas air limbah dengan indikator BOD, COD, TSS dan pH sehingga dapat mengetahui pencemar utama Kali Surabaya
3. Mengetahui strategi pengelolaan dalam meminimisasi pencemaran limbah di Kali Surabaya

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di Kali Surabaya segmen Mlirip hingga Jagir dengan panjang 42,3 Km
2. Parameter kualitas air yang diteliti adalah BOD, COD, TSS dan pH,
3. Pengambilan data primer kualitas air limbah domestik dari saluran rumah rumah tangga.
4. Pengambilan data sekunder berupa data kualitas air sungai selama 5 tahun mulai tahun 2009 hingga 2013

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang meliputi dua hal pokok sebagai berikut:

1. Manfaat bagi ilmu pengetahuan
Penulis berharap penelitian ini dapat menjadi referensi dalam mengkaji atau melakukan kegiatan penelitian terkait kualitas air khususnya di daerah Kali Surabaya.
2. Manfaat bagi pemerintah
Penulis berharap dapat memberikan masukan kepada Pemerintah Daerah dan Provinsi Jawa Timur dalam membuat kebijakan di bidang pengendalian pencemaran air sungai
3. Manfaat bagi masyarakat
Memberikan informasi bagi penduduk di sekitar Kali Surabaya mengenai kualitas air di sungai tersebut sehubungan dengan pemanfaatan dan kegiatan penduduk di sekitar sungai.

” Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2

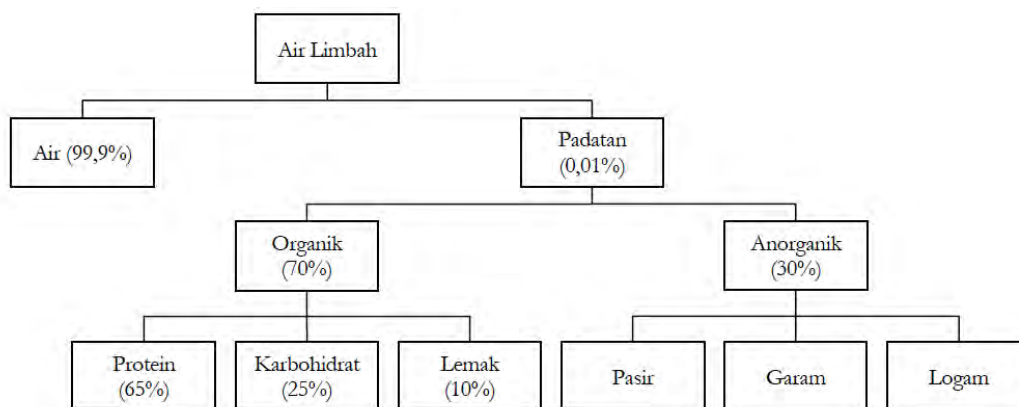
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Definisi dan Karakteristik Air Limbah

2.1.1 Definisi Air Limbah

Pengertian air limbah berdasarkan Metcalf & Eddy (1993) adalah cairan buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya yang mengandung bahan-bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup lain serta dapat mengganggu kelestarian lingkungan.

Definisi lain menurut Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air disebutkan pada ayat 14, bahwa air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Menurut Health Department of Western Australia, air limbah terdiri dari 99,7% air dan 0,3% bahan lainnya, sedangkan menurut Sugiharto (1987) air limbah terdiri dari 99,9% air dan 0,1 % merupakan bahan lain seperti bahan padat, koloid dan terlarut. Bahan lain tersebut terbagi atas bahan organik dan anorganik. Bahan organik dalam air limbah terbagi atas 65% protein, 25% karbohidrat dan 10% lemak, sedangkan bahan anorganik terbagi menjadi pasir, garam dan logam. Skema pengelompokan bahan yang terkandung dalam air limbah dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 Skema Pengelompokan Bahan Dalam Air Limbah (Sugiharto, 1987)

Air limbah merupakan air bekas yang sudah tidak terpakai yang berasal dari berbagai aktifitas kegiatan manusia sehari-hari dengan jumlah tertentu yang akan dibuang ke alam, dalam hal ini baik ke tanah maupun badan air. Jumlah air limbah yang dibuang akan selalu bertambah seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk/manusia dengan segala kegiatannya. Apabila jumlah air limbah yang dibuang ke alam dalam jumlah yang berlebihan, melebihi kemampuan alam untuk menerimanya maka yang akan terjadi selanjutnya adalah kerusakan lingkungan. Lingkungan yang rusak akan menyebabkan menurunnya tingkat kesehatan manusia yang tinggal pada lingkungan itu sendiri.

Jenis dan macam air limbah dapat dikelompokkan berdasarkan sumber penghasil atau penyebab air limbah yang secara umum terdiri dari:

a. Air limbah domestik

Adalah air limbah yang berasal dari kegiatan pengunian seperti rumah tinggal, hotel, sekolahan, perkantoran, pasar dan fasilitas pelayanan umum lainnya. Air limbah domestik dapat dikelompokkan menjadi:

- air buangan kamar mandi, buangan dapur dan cucian (*grey water*) yang sebagai besar merupakan bahan organik (Veenstra, 1995 dalam Supradata, 2005).
- air buangan WC atau tinja (*black water*)

b. Air limbah industri

Adalah air limbah yang berasal dari kegiatan industri seperti pabrik industri logam, industri tekstil, industri kulit, industri pangan (makanan-minuman), industri kimia dan macam-macam industri lainnya. Air buangan industri yang bervariasi dari satu jenis industri dengan jenis industri lainnya dan dari satu tempat dengan tempat yang lainnya.

c. Air limbah pertanian

Adalah air limbah yang bersumber dari kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida, herbisida serta penggunaan pupuk kimia yang berlebihan (Mudarisin, 2004). Air limbah pertanian dapat mencemari badan air akibat erosi ataupun buangan dari air irigasi sawah.

d. Air limbah limpasan

Adalah air limbah cair yang berasal dari berbagai sumber ataupun dari aliran air hujan yang jatuh ke permukaan tanah dan meresap ke dalam tanah yang selebihnya akan mengalir melalui luapan dari permukaan menjadi air limpasan (Sari, 2012). Air limbah limpasan dapat juga disebut dengan air limbah tambahan yang merupakan air hujan yang melimpah dari saluran pengering atau saluran air hujan. Air limbah ini disebabkan oleh air hujan yang masuk melebihi daya tampung saluran sehingga limpahan air hujan akan digabung dengan saluran air limbah, hal ini akan menjadi faktor tambahan yang sangat besar. Sehingga perlu diketahui curah hujan yang ada sehingga banyaknya air akan ditampung melalui air hujan atau saluran pengering dan saluran air limbah yang dapat diperhitungkan (Sugiharto, 1987).

2.1.2 Karakteristik Air Limbah

Air limbah memiliki 3 karakteristik yang terbagi menjadi karakteristik fisik berupa bau, warna, padatan, suhu dan kekeruhan. Karakteristik kimia berupa organik, anorganik dan gas serta karakteristik biologis yang berupa mikroorganisme. Karakteristik air limbah beserta dampak masing-masing terhadap lingkungan dan kesehatan manusia akan dijelaskan sebagai berikut

a. Kekeruhan

Hadirnya material berupa koloid menyebabkan air menjadi tampak keruh yang secara estetis kurang menarik dan mungkin dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan manusia. Kekeruhan dapat pula disebabkan oleh adanya partikel-partikel tanah liat, lempung, lanau atau akibat buangan limbah rumah tangga ataupun karena adanya mikroorganisme dengan jumlah yang besar. Dari segi estetika, kekeruhan dirasakan sangat mengganggu, dan dapat juga digunakan sebagai indikator kemungkinan pencemaran.

b. Warna

Sebagaimana halnya kekeruhan, warna yang hadir dalam air dengan intensitas yang melebihi batas, tidak bisa diterima karena alasan estetika.

Pada dasarnya air bersih tidak berwarna, tetapi seiring dengan waktu dan meningkatkan kondisi anaerob, warna limbah berubah dari yang abu-abu menjadi kehitaman (Junaidi, 2006). Indikasi warna air apabila berwarna abu-abu tua merupakan air limbah yang sedang mengalami pembusukan, sedangkan untuk air limbah berwarna hitam dapat dikatakan air limbah sudah membusuk oleh bakteri anaerob.

c. Bau

Penyebab adanya bau dapat berupa mikroorganisme seperti alga dan adanya gas seperti H_2S . Bau yang disebabkan oleh udara yang dihasilkan pada proses dekomposisi materi atau penambahan substansi pada limbah. Pengendalian bau sangat penting karena terkait masalah estetika (Junaidi, 2006). Bau busuk terjadi pada air limbah yang terurai dalam kondisi anaerob atau seringkali diakibatkan oleh material-material terlarut, dapat berupa zat organik seperti phenol dan khloropenol (Herlambang, 2006).

d. Suhu

Merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari-hari (Junaidi, 2006). Suhu air limbah biasanya lebih tinggi dari suhu air bersih.

e. Karakteristik kimiawi

Air limbah tentunya mengandung berbagai macam zat kimia. Bahan organik pada air limbah dapat menghabiskan oksigen akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih (Sugiharto, 1987). Pengujian kimia yang utama adalah yang bersangkutan dengan amonia bebas, nitrogen organik, nitrit, nitrat, fosfor anorganik (Tchobanoglous, 1991). Macam zat kimia organik, anorganik maupun gas serta dampaknya terhadap kesehatan akan diuraikan sebagai berikut:

- Organik: minyak, lemak, protein dan karbonat.
- Anorganik: sulfat, chlorida, nitrogen, fosfor, belerang dan logam berat (Fe, Al, Mn, Mg, dan Pb).
- Gas: hidrogen sulfida, CO_2 , O_2 dan metan.

Berikut ini akan dijelaskan lebih detail mengenai dampak kesehatan dari kandungan bahan organik dan bahan anorganik dalam air limbah, yang dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dan **Tabel 2.2**.

Tabel 2.1 Parameter Bahan Anorganik dan Dampaknya Terhadap Kesehatan

PARAMETER	SIMBOL	DAMPAK KESEHATAN
Perak	Ag	Presipitasi protein, shock, meninggal dunia, argyria (pigmentasi biru kulit)
Alumunium	Al	Fibrosis paru-paru, merusak usus secara lokan, kematian
Arsenicum	As	Racun sistemik, kematian, alergi, kanker kulit
Barium	Ba	Stimulasi system otot (Pencernaan, sirkulasi darah, otot-otot pada umumnya), pada fase akhir didapat kelumpuhan urat syaraf dan berhentinya fungsi otot jantung
Bromium	Br	Depresi susunan syaraf pusat, emasi (kurus), gangguan kejiwaan, kelalaian kulit seperti jerawat, iritasi saluran pernapasan, anestesia, narbotik
Cadmium	Cd	Oedema paru-paru, kerusakan sel usus, kerusakan pada tulang-tulang (patah tulang yang multiple), kerusakan ginjal dan hipertensi
Chlor	Cl ₂	Iritasi keras bagi seluruh pernapasan, tubuh kekurangan oksigen, shock, kematian; keracunan sistemik, kerusakan hati, coma, kematian
Cobalt	Co	Alergi berbentuk asthma, eczema, fibrosis paru-paru, naiknya tekanan disertai penyakit jantung, pembesaran kelenjar gondok
Chromium	Cr	Bersifat korosif terhadap kulit, selaput lendir dan tulang hidung; percikan asamnya menyebabkan luka kecil tapi dalam, sukar sembuh dan kanker paru-paru
Tembaga	Cu	Demam metal, iritasi lokal, kerusakan hati dan ginjal
Flour	F	Iritasi flourisis, kelainan pada tulang dan gigi-geligi; gangguan alat pencernaan; kelumpuhan anggota gerak; penyebab mutasi
Air raksa	Hg	Keracunan kerusakan jaringan mulut dan gusi bila masuk oral kerusakan ginjal pada Hg anorganik, kerusakan otot untuk Hg organik, menimbulkan cacat bawaan pada anak lahir (minamata)

Sumber: www.sanitasi.or.id , 2009

Tabel 2.2 Parameter Bahan Organik dan Dampaknya Terhadap Kesehatan

PARAMETER	DAMPAK KESEHATAN
Hydrocarbon alifatik	Racun sistematis terhadap susunan syaraf pusat, kulit menjadi kering, <i>asphyxiant</i>
Hydrocarbon alicyclic	Depresi susunan syaraf pusat; kulit menjadi kering; degenerasi jantung, paru-paru, hati, otak
Benzene	Iritasi kulit, depresi susunan syaraf, coma, meninggal, kerusakan saluran pernapasan, kerusakan hati, ginjal, limpa
Kerosen (minyak tanah)	Kulit menjadi kering, kerusakan paru-paru, saluran pencernaan, kesadaran turun, coma, meninggal
Naphta (petroleum)	Iritasi, kulit kering, depresi susunan syaraf pusat, kelainan darah
Arnyl alkohol	Iritasi, narbotik
N-Butyl Amine	Iritasi, oedema paru-paru
Ethanol Amine	Narcosis, iritasi, kematian karena depresi susunan syaraf pusat
Naphtalen Chlorida	Kulit merah, timbul bisul kecil-kecil, jerawat, kerusakan hati (kuning)
Carbonil	Iritasi kulit dan saluran pernapasan. Ni-carbonil sangat toksik, oedema paru-paru, gangguan syaraf pusat

Sumber: www.sanitasi.or.id, 2009

f. Karakteristik biologi

Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air terutama air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih. Parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah (Junaidi, 2006). Jenis mikroorganisme yang dapat ditemukan dalam air diantaranya algae, bacteria, virus, jamur, protozoa dan lain-lain. Selain memiliki sifat patogen parameter biologis juga dapat menyebabkan efek rasa, warna dan bau pada air. Indikator adanya mikroorganisme patogen, maka digunakan keberadaan bakteri coli dalam air. Dengan adanya bakteri coli maka besar kemungkinan air telah tercemar oleh bakteri lainnya yang bersifat patogen. Berbagai jenis bakteri yang terdapat di dalam air limbah sangat berbahaya karena menyebabkan penyakit. Kebanyakan yang terdapat di dalam air limbah sangat berbahaya karena menyebabkan penyakit. Kebanyakan bakteri yang terdapat dalam air limbah merupakan bantuan

yang sangat penting bagi proses pembusukan bahan organik (Tchobanoglous, 1991).

2.2 Air Limbah Domestik

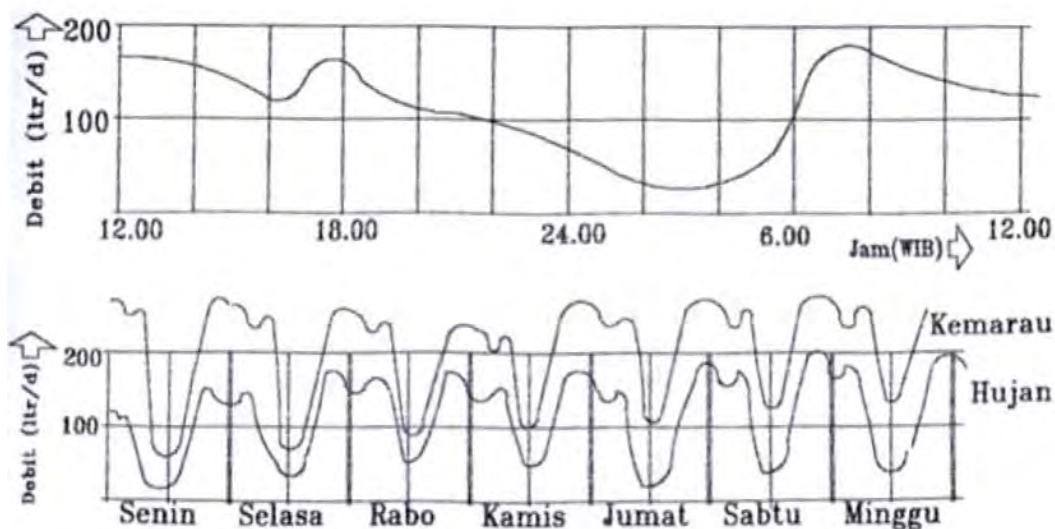
Menurut Sastrawijaya (1991), limbah domestik adalah semua buangan yang berasal dari kamar mandi, kakus, tempat cuci pakaian, cuci peralatan rumah tangga, apotek, rumah sakit, rumah makan, dan sebagainya yang secara kuantitatif limbah tadi terdiri atas zat organik, baik berupa padat atau cair, bahan berbahaya dan beracun (B3), garam terlarut, dan bakteri, terutama golongan *fecal coli*, jasad patogen, dan parasit. Definisi lain menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Limbah Domestik, air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan pemukiman (*real estate*), rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Air buangan domestik secara historis telah memberi pengaruh yang sangat merugikan bagi manusia dan lingkungannya, baik yang berkaitan dengan masalah estetika. Bahan berbahaya yang ada di dalam air buangan domestik bisa saja terbawa oleh aliran air ke sungai, danau, pantai, atau laut. Jika air buangan itu tidak terolah sebelumnya, organisme pathogennya bisa menimbulkan bahaya bagi penyediaan air minum, orang yang mandi di sungai, kerang-kerang, dan sebagainya. Peningkatan ukuran dan penduduk kota juga menyebabkan meningkatnya air buangan domestik, dan jika air buangan ini masuk ke dalam sungai, maka akan terjadi peningkatan polusi sungai (Razif dan Yuniarto, 2004). Mukhtasor (2007) menyatakan air limbah domestik lebih sulit dikendalikan dibandingkan air limbah industri, karena sifatnya yang menyebar. Jumlah buangan domestik ditentukan oleh BOD yang dihasilkan per orang per hari. Berdasarkan Mara (1976), nilai BOD yang cocok untuk negara tropis berkembang adalah 40 gram/orang.hari.

2.2.1 Debit Air Limbah Domestik

Debit air limbah yang dihasilkan akan sangat tergantung dengan jenis kegiatan dari masing-masing sumber air limbah, sehingga fluktuasi harian akan sangat bervariasi untuk masing-masing kegiatan. Sedangkan fluktuasi harian pada suatu kawasan perumahan faktor yang mempengaruhi cukup kompleks, mengingat aktivitas harian pada suatu kawasan akan sangat bergantung pada sosial-budaya maupun tingkat ekonomi dari penghuninya.

Menurut Hindarko (2003) dalam Supradata (2005), dikatakan bahwa fluktuasi harian untuk air limbah yang berasal dari perumahan juga dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan panjang jaringan pipa/saluran yang ada. Namun demikian, secara umum akan membentuk pola bahwa debit puncak terjadi 2 kali, yaitu pada saat pagi dan sore hari. Ilustrasi pola debit puncak dari perumahan seperti yang terdapat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.2 Fluaktuasi Debit Air Limbah Rumah Tangga (Supradata, 2005).

Debit limbah domestik dapat ditentukan dari kebutuhan air bersihnya. Berdasarkan hasil penelitian, dari total 100% air bersih yang digunakan oleh manusia untuk berbagai keperluan, hanya 60-70 % saja yang menjadi air limbah. Adapun rinciannya sebagai berikut :

- Minum dan memasak sebesar 30-40 %

- Mandi, cuci, dan lain-lain sebesar 60-70 %

Sedangkan rincian kebutuhan air bersihnya disajikan pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Kebutuhan Air Bersih

Kategori	Kebutuhan Air
Kota Besar	100 l/org.hr
Umum :	
Masjid	20 – 40 l/org.hr
Gereja	5 – 15 l/org.hr
Terminal	15 – 20 l/org.hr
Sekolah	15 – 30 l/org.hr
Rumah Sakit	220 – 300 l/org.hr
Kantor	25 – 40 l/org.hr
Industri	
Peternakan	10 – 35 l/org.hr
Industri Umum	10 – 35 l/org.hr
Komersial	
Bioskop	10 – 15 l/org.hr
Hotel	80 – 120 l/org.hr
Pasar	65 – 90 l/org.hr
Pertokoan	5 l/org.hr

Sumber : PPPKT, 1989

2.3 Air Limbah Industri

Berdasarkan Undang-Undang No. 5 Tahun 1994, industri didefinisikan sebagai kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah, bahan baku, barang setengah jadi dan/atau barang jadi menjadi barang dengan nilai lebih tinggi untuk penggunaannya. Menurut Soemarwoto (2003), dampak dari adanya kegiatan industri berupa kenaikan kepadatan penduduk, penurunan produksi pertanian, pengusuran penduduk serta penurunan kualitas air permukaan. Air limbah industri merupakan air limbah yang dikeluarkan sebagai akibat dari proses produksi. Limbah cair ini dapat berasal dari air bekas pencucian, bahan pelarut ataupun air

pendingin dari industri-industri terbut. Pada umumnya limbah cair industri lebih sulit dalam pengolahannya, hal ini disebabkan karena zat-zat yang terkandung di dalamnya yang berupa bahan atau zat pelarut mineral, logam berat, zat-zat organik, garam, nitrogen, sulfida, amoniak dan zat-zat lain yang bersifat toksik.

Jumlah aliran air limbah yang berasal dari industri sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri, pengawasan pada proses industri, derajat penggunaan air, serta derajat pengolahan air limbah di industri yang bersangkutan. Untuk memperkirakan jumlah air limbah yang dihasilkan oleh industri yang tidak menggunakan proses basah diperkirakan sekitar 50 m³/ha/hari. Sebagai patokan dapat dipergunakan adalah berupa air limbah apabila industri tersebut tidak menggunakan kembali air limbah. Namun jika sebagian air limbah dimanfaatkan kembali, maka jumlah yang akan dibuang lebih kecil lagi (Widiadi, 1986).

2.4 Pencemaran Air

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dan Undang-Undang No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air akibat kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Secara awam air tercemar dapat dilihat dengan mudah, misalnya dari kekeruhan karena umumnya orang berpendapat bahwa air murni itu jernih dan tidak keruh atau dari baunya yang menyengat hidung atau menimbulkan gatal-gatal pada kulit. Air tercemar juga dapat diketahui dari matinya atau terganggunya organisme perairan baik ikan, tanaman dan hewan-hewan yang berhubungan dengan air tersebut.

Semakin besar volume limbah, pada umumnya bahan pencemarnya semakin banyak. Hubungan ini biasanya terjadi secara linier. Oleh sebab itu dalam pengendalian limbah sering juga diupayakan untuk pengurangan air limbahnya. Kaitan antara volume limbah dengan volume badan penerima juga sering

digunakan sebagai indikasi pencemaran air. Perbandingan yang mencolok jumlahnya antara volume limbah dan volume penerima limbah juga menjadi ukuran tingkat pencemaran yang ditimbulkan terhadap lingkungan.

Sungai dianggap tercemar jika nilai oksigen terlarutnya kurang dari nilai oksigen yang digunakan oleh kehidupan air, terutama mikroorganisme dalam bentuk oksigen biokimia (BOD) bagi penguraian bahan-bahan organik di dalam air tersebut. Selain itu penyebab pencemaran sungai adalah bertambahnya jumlah zat pencemar, baik toksik maupun non toksik yang masuk ke badan sungai. Jumlah zat pencemar terbesar berasal dari limbah domestik yang sebagian besar mengandung zat organik yang mudah terdegradasi, serta kandungan nitrogen dan fosfat yang tinggi.

2.4.1 Kualitas Air

Kualitas air merupakan sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat dan komponen lain yang ada di dalam air (Effendi, 2003) yang dapat pula dinyatakan dengan kondisi kualitatif air yang diukur dan diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku yang tertulis dan sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003. Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian terhadap parameter kualitas air yang meliputi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis. Kualitas air erat kaitannya dengan baku mutu air limbah yang merupakan ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaanya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan dari suatu usaha dan/atau kegiatan, dalam hal ini kegiatan rumah tangga. Parameter pencemar untuk limbah domestik dapat diketahui dari nilai BOD, COD TSS, pH serta Minyak dan Lemak yang telah ditetapkan dalam peraturan, untuk baku mutu air limbah domestik ditetapkan dengan Peraturan Daerah Provinsi dengan ketentuan sama atau lebih ketat dan apabila baku mutu air limbah domestik daerah belum ditetapkan, maka berlaku baku mutu air limbah domestik secara nasional yang akan dijelaskan pada **Tabel 2.4** dan **Tabel 2.5**.

Tabel 2.4 Baku Mutu Air Limbah Domestik
sesuai Kepmen LH No. 112 Tahun 2003

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH		6-10
BOD	mg/L	100
TSS	mg/L	100
Minyak & lemak	mg/L	10

Tabel 2.5 Baku Mutu Air Limbah Domestik
Sesuai Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	50
TSS	mg/L	50
Minyak dan Lemak	mg/L	10
pH	mg/L	6-9

2.4.2 Parameter Zat Pencemar

Pencemaran air limbah domestik sesuai dengan peraturan yang dijelaskan diatas, meliputi parameter fisik dan kimia yang ditunjukkan dengan indikator BOD, COD, TSS, pH, minyak dan lemak, berikut ini adalah penjelasan mengenai indikator pencemaran air tersebut

2.4.2.1 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD merupakan ukuran tentang jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menstabilkan proses-proses mikrobiologis air limbah yang terjadi dalam air. Secara tidak langsung, BOD adalah proses mikroba aerob mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air (Cordova, 2008). Effendi (2003) menambahkan BOD hanya menggambarkan bahan organik yang dapat terdekomposisi secara

biologis, bahan organik yang dimaksud dapat berupa lemak, protein, glukosa, aldehida, ester dan sebagainya.

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk ataupun industri dan untuk mendesain sistem-sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut (Alaerts, 1987). Umumnya analisis BOD dilakukan dalam periode 5 hari pada suhu 20°C, karena berdasarkan penelitian terdahulu terkait BOD dalam periode 5 hari sudah mencapai kesempurnaan oksidasi sebesar 60-70% dengan suhu yang merupakan rata-rata temperatur pada iklim sedang yang mudah ditiru dalam inkubator.

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan oleh Mukhtasor (2007), BOD dari air limbah rumah tangga menyumbang 50-75% BOD yang terdapat di sungai sebagai badan air penerima, sedangkan sisanya 25%-50% berasal dari limbah industri. Sehingga dapat dikatakan bahwa bahan organik hasil kegiatan rumah tangga yang dibuang langsung ke badan air penerima juga besar.

Sesuai dengan penelitian Mara (1976), nilai BOD yang untuk negara tropis berkembang sebesar 40 gram/orang.hari dengan rinciannya yang disajikan pada **Tabel 2.6**.

Tabel 2.6 Rincian Rata-Rata Nilai BOD₅ per Orang per Hari
untuk Negara Tropis

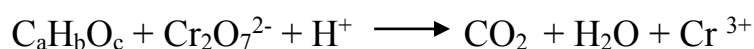
Kegiatan	BOD ₅ (g/org.hari)
Mandi	5
Pencucian Peralatan Dapur	8
<i>Laundry</i>	5
Pemakaian toilet untuk pembersihan <i>faeces</i>	11
Pemakaian toilet untuk pembersihan <i>urine</i>	10
Pemakaian toilet untuk pembersihan kertas	1
Total (kontribusi rata-rata dewasa)	40

Sumber : Mara, 1976

2.4.2.2 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Kebutuhan oksigen kimiawi tau COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat di degradasi secara biologis maupun yang sukar di degradasi secara biologis menjadi CO₂ atau H₂O. Sumber COD berasal dari berbagai kegiatan masyarakat sehari-hari, baik itu dari limbah domestik maupun limbah industri. Keberadaan COD di lingkungan akan memberikan dampak pada manusia dan lingkungan, diantaranya banyaknya biota air yang mati karena konsentrasi oksigen terlarut dalam air terlalu sedikit dan semakin sulitnya mendapatkan air sungai yang memenuhi kriteria sebagai bahan baku air minum. Pencemaran di sungai dapat diketahui melalui jumlah kandungan oksigen yang terlarut dalam air, salah satu cara yang ditempuh adalah melakukan uji COD (BBTKL-PPM, 2010).

Berdasarkan uji COD, bahan buangan organik tersebut akan dioksidasi oleh kalium bikromat yang digunakan sebagai *oxidizing agent* menjadi gas CO₂ dan gas H₂O serta sejumlah ion chrom. Reaksinya sebagai berikut:



Jika pada perairan terdapat bahan organik yang resisten terhadap degradasi biologis, misalnya tannin, fenol, polisakarida dan sebagainya maka lebih baik dilakukan pengukuran COD daripada BOD. Hampir semua zat organik dapat dioksidasi oleh oksidator kuat seperti kalium permanganat dalam suasana asam, diperkirakan 95% - 100% bahan organik dapat dioksidasi (Yuliastuti, 2011).

2.4.2.3 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS atau padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air yang terdiri dari bahan organik maupun anorganik yang tersuspensi dalam air. Padatan tersuspensi ini terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen, seperti bahan-bahan organik tertentu misalnya tanah liat dan lainnya. Partikel-partikel tersebut menurunkan intensitas cahaya yang tersuspensi dalam air yang umumnya berupa fitoplankton, zooplankton, kotoran hewan, kotoran manusia maupun limbah industri.

2.4.2.4 pH atau Konsentrasi Ion Hidrogen

Tingkat asiditas atau alkalinitas suatu sampel air diukur berdasarkan skala pH yang dapat menunjukkan konsentrasi ion hidrogen dalam larutan tersebut (Herlambang, 2006). Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5 hingga 7,5. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Bila pH dibawah pH normal, maka air tersebut bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH diatas pH normal bersifat basa. Air limbah dan bahan buangan industri akan mengubah pH air yang akhirnya dapat mengganggu kehidupan organisme di dalam air (Wardhana, 2004).

Sebagian besar biota biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH antara 7 hingga 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir pada pH yang rendah.

2.5 Penyakit yang Berhubungan dengan Air atau *Waterborne Diseases*

Beberapa penyakit dalam kaitannya dengan air atau sering disebut *waterborne diseases* telah dikenal sejak lama, pencemaran air oleh air limbah yang mengandung organisme penyebab penyakit, virus, bakteri patogen dan sebagainya dapat menyebar dengan cepat serta dapat menyebabkan wabah dengan ledakan jumlah penderita penyakit di suatu wilayah dalam waktu yang singkat. Beberapa ciri khusus penyebaran penyakit-penyakit tersebut antara lain, yakni proses penularan umumnya melalui mulut; terjadi di daerah pelayanan yang airnya tercemar; penderita umumnya terkonsentrasi pada suatu wilayah secara temporer. Beberapa penyakit yang paling sering terjadi akibat pencemaran air dalam Herlambang (2006) disebutkan antara lain:

2.5.1 Disentri

Penyebabnya adalah beberapa jenis bakteri *dysentery bacillus* dengan waktu inkubasi 1-7 hari, dengan gejala utama yakni mencret, mulas, demam, rasa mual, muntah-muntah serta berak darak bercampur lendir. Infeksi penyakit ini dapat berjangkit sepanjang tahun, dengan penderita dan *carriernya* adalah sumber penularan yang utama. Penularannya dapat melalui air minum, makanan yang

masuk ke mulut dan bakteri *dysentery* yang masuk melalui mulut akan tumbuh dalam perut besar dan berubah secara lokal ke kondisi sakit.

2.5.2 Kholera

Penyebabnya adalah bakteri patogen jenis *vibrio cholerae* dengan waktu inkubasi antara beberapa jam hingga lima hari. Bakteri *vibrio cholerae* yang masuk melalui mulut dan akan berkembang di dalam usus halus sehingga menghasilkan *exotoxin* yang menyebabkan rasa mual. Gejala yang utama yakni muncet atau diare dengan sumber utama penularan yakni air minum atau makanan yang terkontaminasi atau tercemar oleh kotoran ataupun tercemar pembawa bakteri kholera.

2.5.3 Hepatitis A

Penyebabnya adalah virus hepatitis A, dengan waktu inkubasi antara 15 sampai 30 hari. Infeksi umumnya terjadi melalui mulut dengan gejala yang utama antara lain rasa mual, pusing disertai demam dan rasa lemah di seluruh tubuh sedangkan gejala spesifik antara lain terjadinya pembengkakan liver. Sumber penularan yakni air minum atau makanan yang tercemar yang mengandung virus hepatitis A.

2.5.4 Tipus dan Paratifus

Penyebabnya adalah jenis bakteri *bacillus typus* dengan waktu inkubasi antara 1 sampai 3 minggu. Bakteri penyakit tersebut masuk melalui mulut dan menjakit pada struktur lymphatic atau getah bening pada bagian usus halus, kemudian masuk ke aliran darah yang akan terbawa ke organ-organ internal. Gejala yang muncul antara lain seluruh badan lemas, pusing, hilang nafsu makan dan timbul demam serta badan menggigil dengan suhu badan berfluktuasi. Sumber penularan yang utama adalah penderita itu sendiri atau carinnya dengan penularan dapat terjadi karena infeksi yang disebabkan oleh bakteri yang ada di dalam tinja melalui air minum, makanan ataupun kontak langsung.

Kebersihan lingkungan dapat meningkatkan kesehatan masyarakat. Salah satu upaya untuk meningkatkan kebersihan lingkungan adalah peningkatan

pelayanan air bersih, disamping itu perlu diupayakan perbaikan pada sistem pembuangan limbah atau pengolahan kotoran manusia (tinja) serta memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang pentingnya kebersihan lingkungan atau lebih luas lagi mengenai kesehatan lingkungan.

2.6 Badan Air Penerima atau Sungai

Sungai adalah tempat dan/atau wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan, definisi tersebut tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 35 Tahun 1991. Sedangkan menurut Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air yang dimaksud wilayah sungai adalah kesatuan wilayah pengelolaan sumber daya air dalam satu atau lebih daerah aliran sungai dan/atau pulau-pulau kecil yang luasnya kurang dari atau sama dengan 2.000 km². Fungsi utama dari sungai dan anak-anak sungainya, menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Menurut Mulyanto (2007) ada dua fungsi utama sungai secara alami yaitu mengalirkan air dan mengangkut sedimen. Daerah sekitar sungai yang mensuplai air ke sungai dikenal dengan daerah tangkapan air atau daerah penyangga. Kondisi suplai air dari daerah penyangga dipengaruhi aktifitas dan perilaku penghuninya. Pada umumnya daerah hulu mempunyai kualitas air yang lebih baik daripada daerah hilir, dari segi pemanfaatan lahan, daerah hulu relatif sederhana dan bersifat alami seperti hutan dan perkampungan, semakin ke arah hilir keragaman pemanfaatan lahan akan meningkat (Yuliasutik, 2011). Pada akhirnya daerah hilir merupakan tempat akumulasi dari proses pembuangan limbah cair yang dimulai dari hulu (Wiwoho, 2005).

Menurut Sasongko (2006) sungai merupakan bagian lingkungan yang paling cepat mengalami perubahan jika terdapat aktivitas manusia disekitarnya. Permasalahan-permasalahan yang timbul dapat diatasi salah satunya dengan melakukan pengelolaan sungai baik dari segi fisik (morfologi, hidrologi dan pola

aliran air), biologi (polusi, ekosistem dan vegetasi) maupun sosial (masyarakat dan aktivitasnya).

2.6.1 Baku Mutu Air

2.6.1.1 Baku Mutu Air Sungai

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Sedangkan kelas air adalah peringkat kualitas air yang dinilai masih layak untuk dimanfaatkan bagi peruntukan tertentu.

Klasifikasi dan kriteria mutu air mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang menetapkan mutu air ke dalam empat kelas:

1. **Kelas satu**, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
2. **Kelas dua**, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana kegiatan rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
3. **Kelas tiga**, air yang peruntukan dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
4. **Kelas empat**, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Pembagian kelas ini didasarkan pada tingkatan baiknya mutu air berdasarkan kemungkinan penggunaannya bagi suatu peruntukan air. Peruntukan lain yang dimaksud dalam kriteria kelas air diatas, misalnya kegunaan air untuk proses produksi dan pembangkit tenaga listrik, asalkan kegunaan tersebut dapat

menggunakan air sebagaimana kriteria mutu air dari kelas yang dimaksud (Rahmawati, 2011).

2.6.2 Kali Surabaya

Kali Surabaya merupakan salah satu sumber daya air yang terdapat di wilayah Provinsi Jawa Timur cabang dari Kali Brantas yang terpisah di Mojokerto menjadi dua cabang, yaitu Kali Porong dan Kali Surabaya. mengalir sepanjang kurang lebih 42,3 km dari kota Mojokerto ke timur laut melalui Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Gresik dan Kota Surabaya di mana sesampainya di DAM Jagir terpecah menjadi dua yaitu Kali Mas dan Kali Wonokromo dan keduanya bermuara di Selat Madura. Kali Surabaya mempunyai anak-anak sungai yaitu Kali Kedung Sumur, Kali Marmoyo, Kali Lamong, Kali Kedondong, Kali tengah, dan Kali Kedurus (Maharani, 2008).

Struktur sungai relatif beralur lurus, penampang alur cukup dalam, berbantaran dan di beberapa tempat terdapat pulau. Pada bagian hulu dari Dam Mlirip sampai Driyorejo lebar sungai antara 30-35 meter, kedalaman tengahnya antara 2-3 meter, dan kedalaman pinggir antara 0,5-1 meter. Sedangkan bagian hilir dari Driyorejo sampai Wonokromo lebar sungai antara 50-60 meter, kedalaman tengahnya antara 3,5-7 meter, dan kedalaman pinggir antara 0,9-1,5 meter (Purwandi, 2004 dalam Baihaqi, 2007).

Dari tahun ke tahun, Kali Surabaya menunjukkan perubahan debit yang seragam sepanjang tahun 2006-2010. Pada bulan Januari hingga Mei, debitnya berkisar antara 40-90 m³/detik sedangkan bulan Juni hingga Desember kisaran debitnya hanya mencapai 10-30 m³/detik, data debit tersebut diambil di 3 stasiun pantau milik PJT yang berada sepanjang Dam Mlirip hingga Jagir. Data hidrolis mengenai Kali Surabaya mencakup kedalaman sungai rata-rata, kecepatan air rata-rata. Data ini didapatkan dari profil memanjang dan profil melintang sungai yang telah dibuat oleh Dinas PU Pengairan Provinsi Jawa Timur (Baduwi, 2011 dan BLH Jatim, 2011).

Tabel 2.7 Kondisi Hidrolis Kali Surabaya

Ruas (km)	Kedalaman sungai rata-rata (m)	Lebar sungai rata- rata (m)	Kecepatan aliran rata-rata (m/detik)
42,3 – 36,9	3,54	32,22	0,36
36,9 – 31,6	3,05	43,82	0,39
31,6 – 21,7	3,19	39,32	0,41
21,7 – 11,9	2,96	42,22	0,41
11,9 – 5,6	4,31	47,14	0,22
5,6 – 2,6	3,95	51,18	0,18
2,6 - 0	3,66	52,73	0,20

Sumber: Dinas PU Pengairan Provinsi Jawa Timur, 2011

BAB 3

GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI

Pada bab ini akan dijelaskan secara umum mengenai keadaan, panjang dan letak serta beberapa keterangan tambahan yang diperlukan untuk mengenal lebih jauh terkait Kali Surabaya yang menjadi objek penelitian.

3.1. Umum

Kali Surabaya merupakan cabang Kali Brantas yang berhulu di Gunung Arjuna daerah Malang, dan kemudian mengalir sampai ke hilir yang berada di Selat Madura (Kusnan, 2012). Dalam prosesnya, aliran air Kali Surabaya dimulai dari Dam Mlirip yang berada di Kabupaten Mojokerto, kemudian melewati Kabupaten Gresik dan Sidoarjo hingga berakhir ke hilir yang berada di Dam Jagir, Kota Surabaya. Aliran air di Dam Jagir, terpecah menjadi dua terdiri dari Kali Mas yang mengalir ke utara dan Kali Wonokromo yang mengarah ke timur hingga Selat Madura.

Ketiga sungai yang melewati Kota Surabaya tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Kali mas dan Kali Wonokromo memiliki fungsi pokok sebagai drainase kota, kegiatan perikanan, peternakan, mengalir tanaman serta pariwisata air. Kali Surabaya, memiliki fungsi pokok untuk menyediakan bahan baku air minum (PDAM) bagi masyarakat Kota Surabaya, disamping juga menyediakan air untuk proses produksi kegiatan lainnya (BLH Kota Surabaya, 2011).

3.1.1. Kondisi Geografis

Kali Surabaya dikenal juga sebagai hilir dari Kali Brantas yang memiliki hulu di Dam Mlirip, Mojokerto dan terus mengalir hingga Dam Jagir di Surabaya. Berdasarkan pengukuran di lapangan, panjang Kali Surabaya $\pm 42,3$ km dengan titik koordinat yang terletak diantara $7^0 26'46.03''$ LS - $112^0 27' 24,51''$ BT dan $7^0 17'59.50''$ LS - $112^0 44' 16,86''$ BT.

Berdasarkan Laporan Akhir Perhitungan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Wilayah Das Brantas (BLH Jatim dan Lemlit Unjem, 2011) disebutkan

bahwa Kali Surabaya memiliki beberapa anak sungai utama, yaitu Kali Kedungsumur, Kali Mamoyo, Kali Banjaran, Kali Tengah dan Kali Kedurus. Aliran Kali Kedungsumur masuk ke Kali Surabaya 1,5 km setelah Dam Mlirip, sedangkan untuk Kali Marmoyo masuk ke Kali Surabaya sekitar 5,5 km dari Dam Mlirip. Kali Banjaran yang mengalirkan air dari pertanian dan perkampungan daerah Krikilan yang memasuki Kali Surabaya sekitar 20,5 km dari Dam Mlirip. Aliran air Kali Tengah yang merupakan buangan dari air limbah berbagai macam jenis industri industri memasuki Kali Surabaya sekitar 30 km setelah Dam Mlirip, dan yang terakhir merupakan aliran air Kali Kedurus yang memasuki Kali Surabaya dengan jarak 39 km dari Dam Mlirip.

3.1.2. Karakteristik Kali Surabaya

Karakteristik secara umum yang ditinjau dari kondisi struktur sungai yang relatif beralur lurus dengan penampang alur yang cukup dalam, berbantaran dan di beberapa tempat terdapat pulau. Pada bagian hulu dari Dam Mlirip sampai Driyorejo lebar sungai antara 30-35 meter, kedalaman tengahnya antara 2-3 meter dan kedalaman pinggir antara 0,5-1 meter. Sedangkan bagian hilir dari Driyorejo sampai Wonokromo lebar sungai antara 50-60 meter, kedalaman tengahnya antara 3,5-7 meter, dan kedalaman pinggir antara 0,9-1,5 meter (Purwandi, 2004 dalam Baihaqi, 2007).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Baduwi (2011), sepanjang tahun 2006-2011 Kali Surabaya menunjukkan perubahan debit yang seragam. Pada bulan Januari hingga Mei, debitnya berkisar antara 40-90 m³/detik, sedangkan bulan Juni hingga Desember kisaran debitnya hanya mencapai 10-30 m³/detik.

Suhu udara untuk wilayah studi pada masing-masing Kabupaten/Kota dikatakan cukup seragam karena berada di Provinsi Jawa Timur bagian Utara dengan kisaran suhu antara 22⁰ C hingga 31⁰ C dan kecepatan angin yang berada pada 30-35 km/jam dengan arah angin menuju timur.

3.1.3 Kondisi Administratif

Kali Surabaya apabila dilihat dari batasan wilayah administratifnya, melewati 4 Kabupaten/Kota di Jawa Timur. Kabupaten Mojokerto menjadi hulu dari aliran air Kali Surabaya, melewati Kabupaten Gresik dan Kabupaten Sidoarjo kemudian mengalir menuju hilir yang berada di Kota Surabaya. Batasan administratif tersebut meliputi 11 kecamatan serta 45 desa/kelurahan, agar dapat lebih jelas mengetahui batasan administratif Kali Surabaya akan ditampilkan pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Batasan Administratif Kali Surabaya

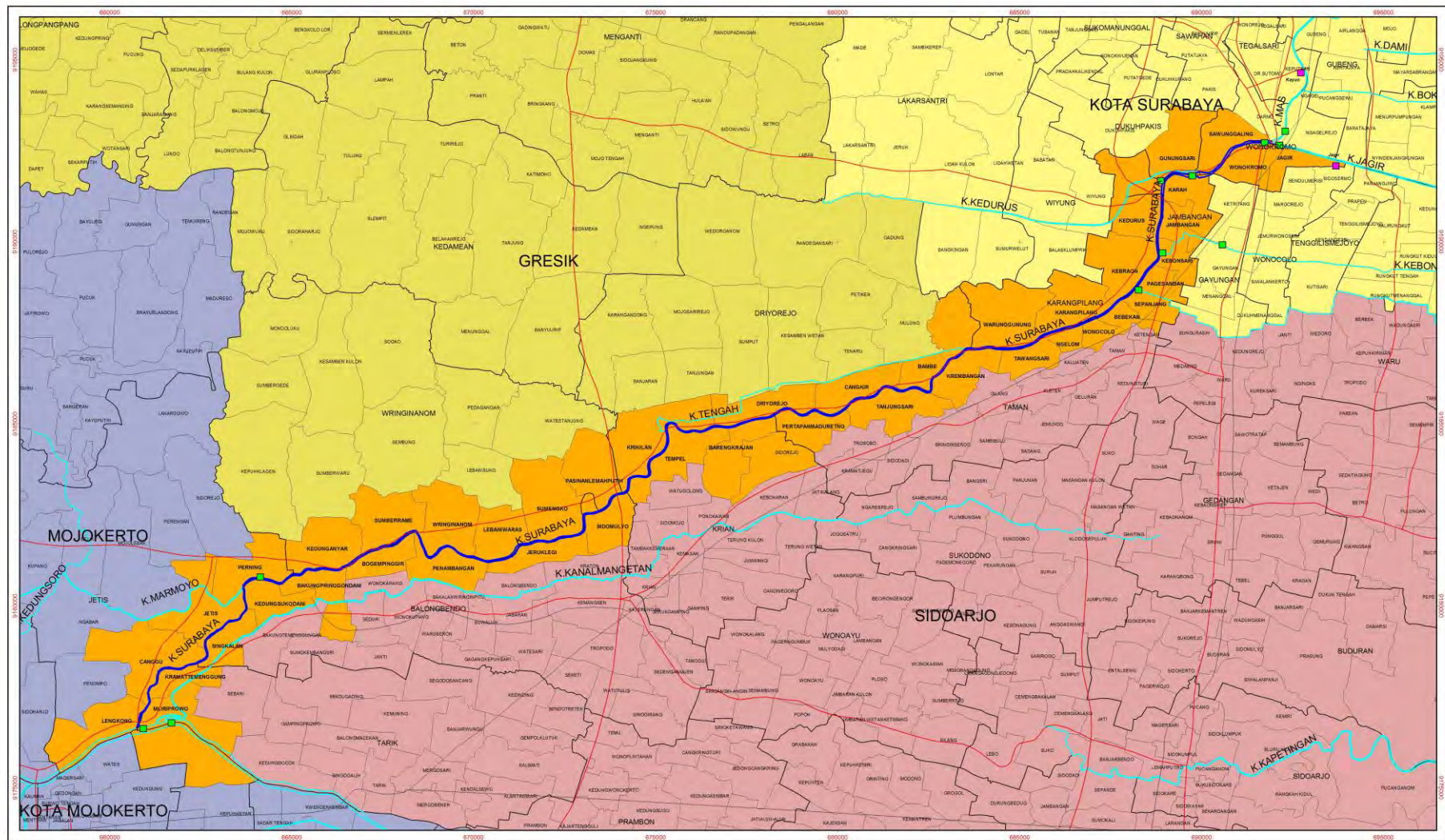
No	Kabupaten/Kota	Kecamatan	Desa/Kelurahan
1	Mojokerto	Jetis	Canggu
			Jetis
			Perning
2	Gresik	Wringinanom	Kedunganyar
			Sumberame
			Wringinanom
			Lebaniwaras
			Sumengko
			Pasinanlemahputih
		Driyorejo	Krikilan
			Driyorejo
			Cangkir
			Bambe
3	Sidoarjo	Balongbendo	Singkalan
			Kedungsukodadi
			Bakungpringgodani
			Bogempinggir
			Jeruk Legi
		Tarik	Kramat Temenggung
			Mliriprowo
		Krian	Tempel
			Barengkrajan
		Taman	Partapan Maduretno

Lanjutan **Tabel 3.1**

No	Kabupaten/Kota	Kecamatan	Desa/Kelurahan
4	Surabaya		Tanjungsari
			Krembangan
			Tawangsari
			Ngelom
			Wonocolo
			Bebekan
			Sepanjang
		Karangpilang	Warugunung
			Karangpilang
			Kebraon
			Kedurus
		Jambangan	Pagesangan
			Kebonsari
			Jambangan
			Karah
		Dukuh Pakis	Gunungsari
		Wonokromo	Wonokromo
			Sawunggaling
			Jagir

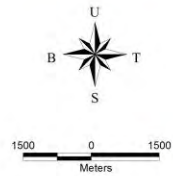
Sumber: Survei Lapangan, 2014

Dari **Tabel 3.1** diatas, dapat disimpulkan bahwa batas administratif Kali Surabaya pada Kabupaten Mojokerto meliputi Kecamatan Jetis, Kabupaten Gresik meliputi Kecamatan Wringinanom dan Driyorejo. Kabupaten Sidoarjo terdiri dari Kecamatan Balongbendo, Tarik, Krian dan Taman dan yang terakhir adalah Kota Surabaya dengan batas administratif Kecamatan Karangpilang, Dukuhpakis, Jambangan dan Wonokromo. Lokasi Aliran Kali Surabaya berikut dengan batasan administratif setiap Desa/Kelurahan dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Dacrah Aliran
Kali Surabaya

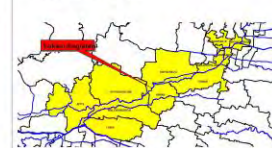
Gambar 3.1
Peta Lokasi Kali Surabaya



KETERANGAN

- | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|-------------|--|----------------|--|-----------|
| | Batas Kabupaten | | Jalan Utama | | Kota Surabaya | | Bendungan |
| | Batas Kecamatan | | Jalan KA | | Kab. Gresik | | Bendung |
| | Batas Desa | | | | Kab. Sidoarjo | | |
| | Sungai | | | | Kab. Mojokerto | | |
| | Lokasi Kali Surabaya | | | | | | |

INDEX PETA :



PARAMETER GEODESI

Datum WGS 84
Ellipsoid WGS 84
Sistem Koordinat UTM
Meridian Tengah 111° E
Zona 49 S
Timur Semu 500000 m
Utara Semu 10000000 m
Unit Peta Meter

SUMBER :
-PETA RBI BAKOSURTANAL
SKALA 1:25.000
-Survei dan Analisa

3.1.4 Kependudukan

Dalam penelitian ini, aspek kependudukan merupakan salah satu faktor yang harus diteliti berkaitan dengan jumlah penduduk yang berada dan tinggal di sempadan Kali Surabaya. Data yang diperoleh dari lapangan, pada awal tahun 2009 terdapat 21.930 orang penduduk yang tinggal di Sempadan Kali Surabaya hal tersebut pasti akan meningkat dari waktu ke waktu (www.bumn.go.id, 2009). Berikut ini akan ditampilkan luas wilayah dan jumlah penduduk untuk masing-masing desa di Sempadan Kali Surabaya berdasarkan data dari BPS tahun 2013 pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2 Luas Wilayah dan Jumlah Penduduk Sepanjang Kali Surabaya

No	Kabupaten /Kota	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas Wilayah (Ha)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	Mojokerto	Jetis	Canggu	365, 87	10.771
			Jetis	287, 08	6.234
			Perning	231,135	4.143
2	Gresik	Wringinanom	Kedunganyar	252, 27	3.208
			Sumberame	255, 54	4.350
			Wringinanom	274, 89	5.831
			Lebaniwaras	187, 77	3.102
			Sumengko	338, 61	6.435
			Pasinanlemahputih	240, 52	6.070
		Driyorejo	Krikilan	360, 04	6.313
			Driyorejo	201, 41	6.808
			Cangkir	182,39	5.347
			Bambe	273,25	8.291
3	Sidoarjo	Balongbendo	Singkalan	137, 34	2.977
			Kedungsukodani	144, 66	2.791
			Bakungpringgodani	203, 42	3.608
			Bogempinggir	132, 62	2.019
			Jeruk Legi	154, 58	3.373

Lanjutan **Tabel 3.2**

No	Kabupaten /Kota	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas Wilayah (Ha)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
		Tarik	Kramat Temenggung	112, 05	2.056
			Mliriprowo	227, 71	4.176
		Krian	Tempel	228, 55	5.662
			Barengkrajan	223, 46	7.914
		Taman	Partapan Maduretno	157, 30	3.852
			Tanjungsari	232, 58	6.018
			Krembangan	177, 46	4.019
			Tawang Sari	122,299	8.198
			Ngelom	51, 91	5.322
			Wonocolo	58, 67	9.254
			Bebekan	77, 41	7.277
			Sepanjang	88, 12	11. 285
4	Surabaya	Karangpilang	Warugunung	329, 45	8.437
			Karangpilang	235, 96	11. 685
			Kebraon	252, 04	29. 168
			Kedurus	137, 89	27. 371
		Jambangan	Pagesangan	84, 21	12.126
			Kebonsari	104, 74	10.091
			Jambangan	98, 60	8.857
			Karah	326, 71	16. 321
		Dukuh Pakis	Gunungsari	236, 60	14.766
		Wonokromo	Wonokromo	115,95	42.661
			Sawunggaling	175, 73	28. 519
			Jagir	134,36	23.874

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013

Dari **Tabel 3.2**, dapat diketahui jumlah penduduk yang berada di desa sepanjang sempadan Kali Surabaya berjumlah total 404.515 jiwa yang tersebar di sejumlah 45 desa/kecamatan. Wilayah terluas dimiliki oleh Desa Cangu, Kecamatan Jetis Kabupaten Mojokerto seluas 365, 87 Ha dengan jumlah penduduk sebanyak 10.771. Sedangkan untuk wilayah yang memiliki jumlah penduduk terbanyak adalah Kelurahan Wonokromo di Kota Surabaya sebanyak 42.661 jiwa dengan luas wilayah seluas 115,95 Ha.

BAB 4

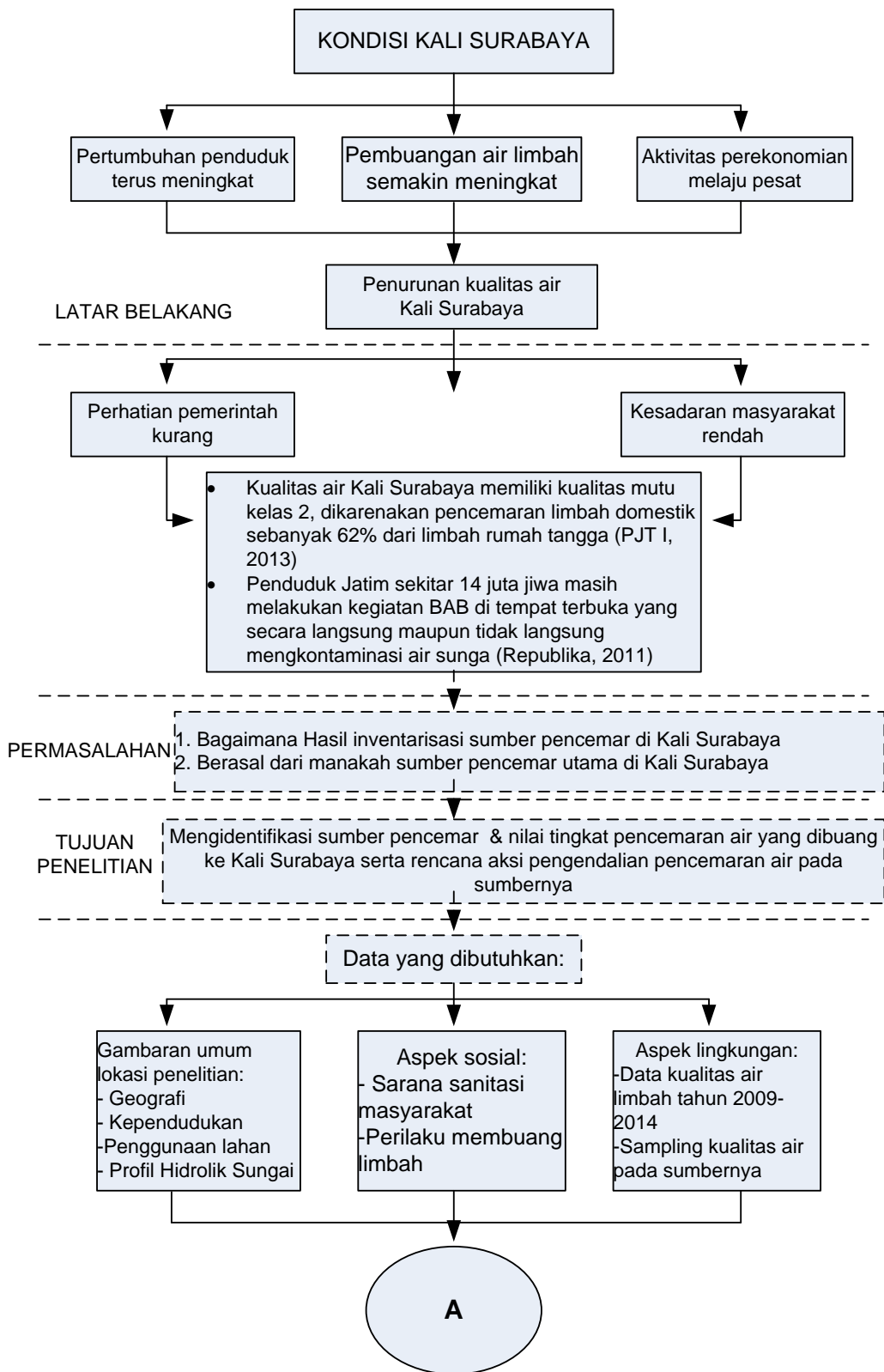
METODE PENELITIAN

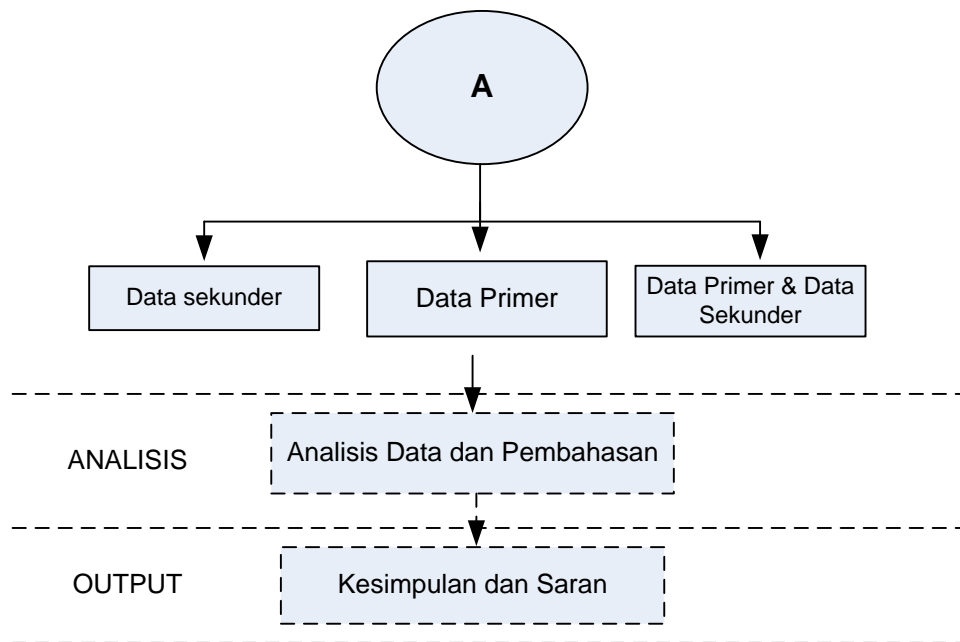
4.1 Umum

Metode penelitian merupakan suatu hal yang berisi langkah-langkah teknis yang akan dilakukan selama penelitian. Langkah penelitian tersebut dimulai dengan adanya ide penelitian, perumusan masalah, studi literatur, pengambilan data, analisis data hingga penarikan kesimpulan. Penelitian yang akan dilakukan merupakan studi kasus mengenai pencemaran air limbah domestik akibat aktivitas masyarakat di sepanjang Kali Surabaya. Tipe penelitian ini adalah tipe deskriptif kualitatif karena didasarkan pada kondisi empiric yang ditemukan di lapangan yang menggambarkan suatu fenomena yang mempunyai keterkaitan antara Kali Surabaya sebagai sumber air bersih untuk masyarakat akan tetapi juga dijadikan sebagai tempat pembuangan air limbah domestik bagi warga masyarakat yang tinggal dan berkegiatan di sepanjang Kali. Pendekatan deskriptif merupakan penelitian yang berpola penggambaran apa yang ada di lapangan dan mengupayakan penggambaran data, terlepas apakah data itu kualitatif ataupun kuantitatif (Salim, 2006).

4.2 Kerangka Metode Penelitian

Kerangka penelitian adalah suatu alur pikir yang sistematis untuk menjalankan sebuah ide penelitian. Kerangka penelitian dibuat untuk mengetahui tujuan akhir dari ide penelitian yang dibuat.. Pada kerangka penelitian ini ditentukan metode yang akan digunakan selama penelitian untuk mencapai hasil akhir sesuai dengan tujuan penelitian. Kerangka metode penelitian meliputi Ide Penelitian, Perumusan Masalah, Penentuan Sampel, Ide Penelitian, Persiapan Alat dan Bahan, Analisis dan Pembahasan dan Kesimpulan. Kerangka metode penelitian dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.





Gambar 4.1 Kerangka Metode Penelitian

4.3 Langkah Kerja Penelitian

Langkah kerja penelitian ini berisi tentang urutan kerja yang akan dilakukan.

4.3.1 Ide Penelitian

Ide dari penelitian yang akan dilakukan ini adalah adanya permasalahan, mengenai seberapa besar nilai tingkat pencemaran air limbah yang berasal dari sumbernya akibat kegiatan domestik masyarakat di sepanjang Kali Surabaya. Permasalahan tersebut timbul karena ditemukannya fakta bahwa besarnya beban pencemaran yang masuk di Kali Surabaya pada segmen Mlirip-Jagir terutama diakibatkan pencemaran limbah domestik yang menjadi isu lingkungan selama beberapa dekade belakangan ini. Padahal, sesuai dengan fungsi dan peruntukkan bagi warga Kota Surabaya, air Kali Surabaya digunakan sebagai air baku air minum. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terkait identifikasi dan inventarisasi sumber pencemar air limbah di sepanjang Kali Surabaya sehingga dapat disusun rencana pengendalian pencemaran air Kali Surabaya agar kondisinya dapat dinyatakan baik dari segi kualitas dan tidak mengancam kesehatan serta kehidupan manusia.

4.3.2 Studi Literatur

Studi literature dilakukan untuk menunjang jalannya penelitian dari awal sampai akhir, serta dijadikan sebagai acuan guna memperoleh dasar teori yang jelas dan kuat untuk melakukan penelitian, analisis dan pembahasan sehingga pada akhirnya diperoleh suatu kesimpulan dari hasil penelitian ini.

4.3.3 Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer yang akan diperoleh pada penelitian ini meliputi:

- ✓ Hasil uji kualitas air limbah domestik yang meliputi parameter pencemar BOD, COD, TSS, dan pH yang diambil di saluran dari rumah penduduk. Selanjutnya air limbah tersebut diujikan di Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan, ITS.
- ✓ Jumlah dan kondisi saluran air di sepanjang sempadan Kali Surabaya

2. Data Sekunder

Data sekunder yang akan diperoleh pada penelitian ini adalah data dari dinas yang ada kaitannya dengan penelitian seperti Dinas PU, Badan Lingkungan Hidup Jatim, Perum Jasa Tirta I, Badan Pusat Statistik dan Bappeda. Data sekunder tersebut antara lain:

- ✓ Batas-batas wilayah administratif;
- ✓ Pola penggunaan lahan
- ✓ Demografi penduduk;
- ✓ Profil hidrolik sungai;
- ✓ Data hasil uji kualitas air sungai pada 9 stasiun pantau milik PJT I meliputi parameter pencemar BOD, COD, TSS, dan pH.
- ✓ Kajian mengenai pengelolaan limbah domestik di wilayah studi;

4.3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian yaitu dilakukan dengan cara observasi dan penelaahan dokumen, meliputi:

1. Observasi

Pengamatan (observasi) merupakan metode pengumpulan data dengan mencatat informasi yang ditemukan selama penelitian berlangsung. Dalam observasi ini peneliti melakukan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap penemuan di lapangan. Observasi yang dimaksud dalam penelitian ini antara lain:

- ✓ Observasi terhadap saluran air limbah domestik sepanjang Kali Surabaya, pengamatan fisik kondisi saluran serta *plotting* lokasi saluran.
- ✓ Observasi terhadap tingkat kehidupan masyarakat yang tinggal sepanjang Kali Surabaya, terkait dengan perilaku masyarakat melakukan pengelolaan air limbah.
- ✓ Observasi terhadap keadaan kondisi fisik sempadan Kali Surabaya (sempadan sungai dengan jarak aman).

2. Penelaahan Dokumen

Penelaahan dokumen adalah salah satu metode pengumpulan data sekunder dalam penelitian ini. Dokumen yang ditelaah adalah dokumen yang berkaitan dengan pengelolaan air limbah domestik. Data yang dikaji meliputi data statistik, laporan, peta ataupun kajian yang sudah ada sebelumnya. Teknik ini berguna untuk mengumpulkan semua informasi dari literatur dan dokumen resmi yang dikeluarkan dinas/badan yang berwenang.

4.3.5 Penentuan Daerah Sampling

Penelitian dilakukan pada pemukiman penduduk di sempadan Kali Surabaya sepanjang 42,3 Km yang melewati 4 Kabupaten/Kota dengan total

wilayah administasi sebanyak 45 Desa/Kelurahan. Dalam menentukan titik pengambilan sampling akan ditetapkan persyaratan sebagai berikut:

1. Dilakukan *boundary*/pembatasan wilayah penelitian yaitu berupa jarak maksimal dari tepi sungai pada tiap desa di wilayah studi yang disesuaikan dengan peraturan dari Ditjen Cipta Karya Departemen PU (1985) dalam Sastrawijaya (1991), bahwa perhitungan prakiraan total air limbah yang dihasilkan dari kegiatan domestik, diasumsikan adalah pemukiman/rumah yang berada 500 meter dari tepi sungai.
2. Hasil pembatasan wilayah desa tersebut, selanjutnya dapat diketahui prosentase luas wilayah yang masuk ke dalam wilayah penelitian. Hal tersebut juga dilakukan untuk perhitungan jumlah penduduk yang terdapat di wilayah desa tersebut, diasumsikan berdasarkan prosentase luas wilayah.
3. Dilakukan pembagian kelompok wilayah studi (KWS), berdasarkan jumlah penduduk yang terdapat pada wilayah penelitian untuk menentukan jumlah pengambilan titik sampling air limbah domestik dalam saluran. Pembagian dilakukan untuk setiap ± 25.000 jiwa dibagi kedalam 1 KWS.
4. Pengambilan uji sampling kualitas air limbah domestik dengan parameter BOD, COD, TSS dan pH yang terdapat di saluran dalam wilayah penelitian, 1 titik lokasi sampling untuk 1 KWS.

4.3.6 Analisis Data

Teknis analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kualitatif, yaitu analisis yang melakukan pendekatan terhadap data yang diperoleh dari hasil analisa yang meliputi data dan parameter yang mempengaruhi didasarkan pada peraturan yang berlaku.

Pengujian kualitas air limbah domestik dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya. Analisis dilakukan pada sampel air limbah untuk parameter COD, BOD, TSS dan pH. Hasil uji kualitas air limbah tersebut serta data sekunder berupa kualitas air Kali Surabaya dari Perum

Jasa Tirta I , dibandingkan dengan beberapa peraturan yang berlaku dan terkait pada penelitian ini yaitu

1. Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Limbah Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.
2. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 Baku Mutu Air Limbah Domestik.
3. Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Langkah selanjutnya, hasil uji kualitas air limbah dapat digunakan untuk melakukan perhitungan beban pencemaran dari kegiatan domestik berdasarkan rumus dari Mitsch & Goesselink, yaitu

$$BL = Q \times C$$

dimana: BL = Beban Limbah (gr/dt)

Q = Debit (m³/dt)

C = Konsetrasi Limbah (mg/L)

4.4 Pembahasan

Pembahasan dilakukan pada setiap data yang diperoleh dari hasil analisis. Hasil Penelitian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang dibahas dan dianalisis secara jelas dan terperinci.

4.5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis dan merupakan jawaban dari tujuan penelitian.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

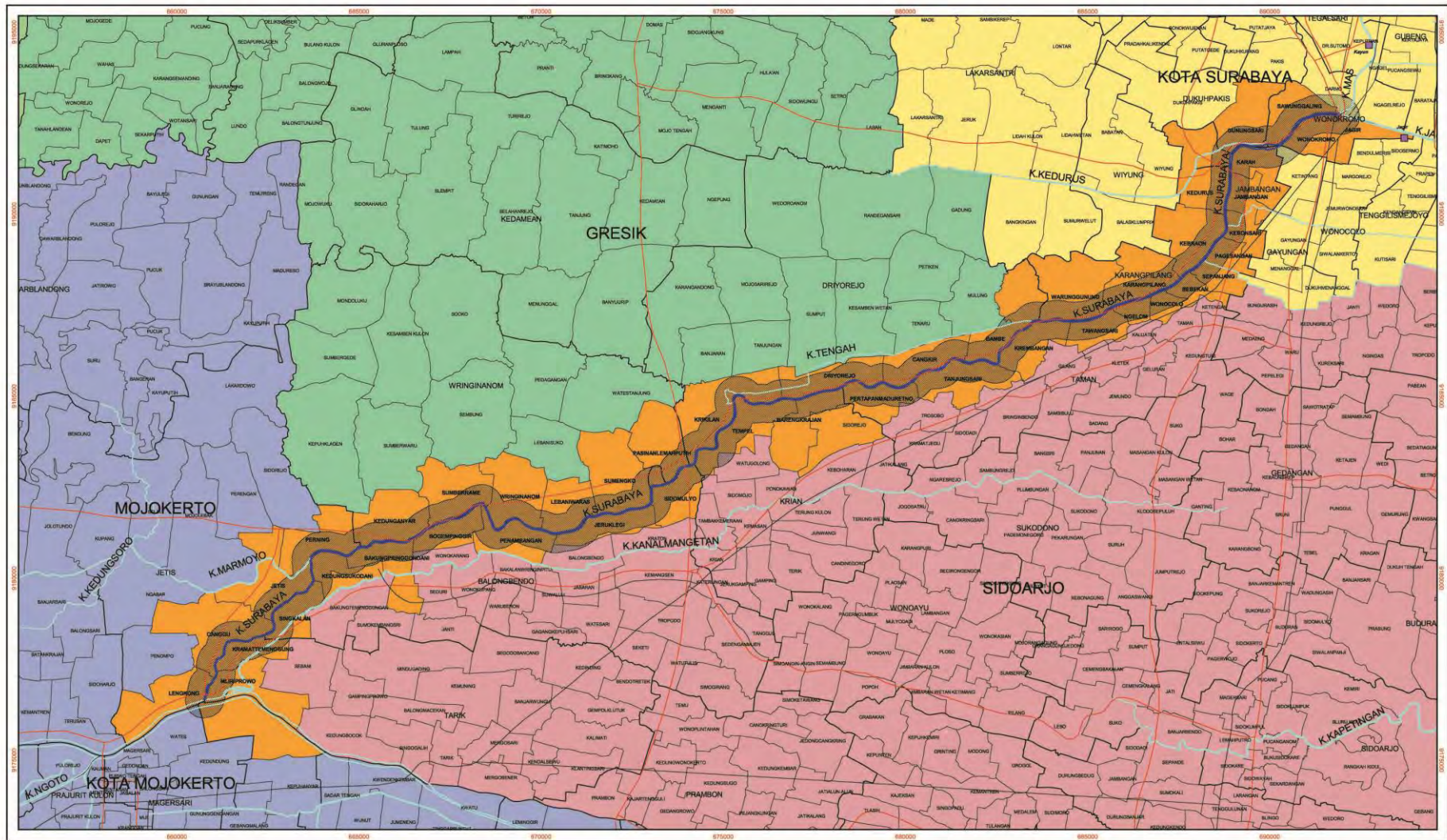
Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti akan dibahas secara rinci dimulai dari langkah awal hingga pembahasan dari data-data yang diperoleh. Langkah pertama dalam memulai penelitian adalah menentukan *boundary*, pembagian kelompok wilayah studi hingga identifikasi dan inventarisasi sumber pencemar di sepanjang Kali Surabaya. Penjelasan lebih rinci dan detail terkait hasil penelitian dapat dilihat pada sub bab selanjutnya.

5.1.1 Penentuan *Boundary* Wilayah Studi

Telah dijelaskan sebelumnya pada bab metodologi penelitian, bahwa penentuan *boundary* atau batasan wilayah studi mutlak dilakukan sebagai langkah awal dalam melaksanakan penelitian ini. Penentuan *boundary* dilakukan untuk membatasi daerah antara satu sistem dengan sistem lainnya. Penentuan *boundary* dengan kata lain adalah kaitan daerah dengan seluruh sistemnya yang hendak diobservasi pada suatu penelitian.

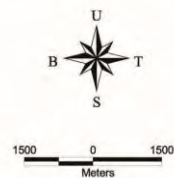
Persyaratan dalam penentuan *boundary* pada penelitian ini, didasarkan pada arahan dari Ditjen Cipta Karya Departemen PU (1985), yang menyatakan bahwa tidak semua rumah tangga sebagai sumber pencemar membuang limbahnya ke sungai, diasumsikan hanya rumah tangga yang letaknya berada pada jarak 500 meter dari tepi sungai yang diperhitungkan.

Selanjutnya, dengan berdasar pada arahan tersebut diatas, maka peneliti melakukan penentuan *boundary* untuk memfokuskan daerah yang akan diobservasi dengan cara pemberian layer pada batas *boundary* sepanjang 500 meter dimulai dari tepi sungai hingga ke batasan wilayah desa yang termasuk dalam jarak tersebut. Penentuan *boundary* diplot berdasar dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) untuk setiap desa/kelurahan sepanjang sempadan Kali Surabaya. Penentuan batas *boundary* dan rincian luas wilayah desa/kelurahan yang termasuk dalam batas *boundary* dapat dilihat pada **Gambar 5.1**.



Daerah Aliran Kali Surabaya

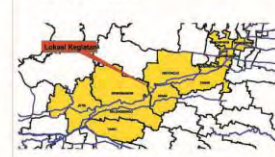
Gambar 5.1
Peta Batas Boundary



KETERANGAN

- | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|-------------|--|----------------|--|----------------------------|
| | Batas Kabupaten | | Jalan Utama | | Kota Surabaya | | Radius 500 m Wilayah Studi |
| | Batas Kecamatan | | Jalan KA | | Kab. Gresik | | |
| | Batas Desa | | | | Kab. Sidoarjo | | |
| | Sungai | | | | Kab. Mojokerto | | |
| | Lokasi Kali Surabaya | | | | | | |

INDEX PETA :



PARAMETER GEODESI
 Datum WGS 84
 Ellipsoid WGS 84
 Sistem Koordinat UTM
 Meridian Tengah 111 E
 Zona 49 S
 Timur Semu 500000 m
 Utara Semu 10000000 m
 Unit Peta Meter

SUMBER :
 -PETA RBI BAKOSURTANAL
 SKALA 1:25.000
 -Interpretasi Google Earth
 -Survei dan Analisa

Terlihat pada **Gambar 5.1**, pemberian batas *boundary* pada peta wilayah studi berupa *layering* berwarna abu-abu terhadap desa/kelurahan sepanjang Kali Surabaya. Selanjutnya, dari penentuan *boundary* diatas didapatkan persentase luas wilayah dan jumlah penduduk pada seluruh desa/kelurahan sepanjang Kali Surabaya yang nantinya merupakan lokasi wilayah studi dalam penelitian ini. Persentase wilayah studi dan jumlah penduduk sesuai dengan *boundary* ditampilkan pada **Tabel 5.1**.

Tabel 5.1 Persentase Wilayah Studi & Jumlah Penduduk yang Disesuaikan *Boundary*

No	Kabupaten/ Kota	Kecamatan	Persentase sesuai <i>Boundary</i>	Desa/Kelurahan	Luas Wilayah (Ha)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	Mojokerto	Jetis	37,81%	Canggu	138,33	4.072
			32,70%	Jetis	93,88	2.039
			47,36%	Perning	109,47	1.962
2	Gresik	Wringinanom	45,72%	Kedunganyar	115,35	1.467
			38,85%	Sumberame	99,28	1.690
			34,49%	Wringinanom	94,82	2.011
			47,79%	Lebaniwaras	88,31	1.482
			29,93%	Sumengko	101,34	1.926
			20,05%	Pasinanlemahputih	48,21	1.216
		Driyorejo	57,93%	Krikilan	208,55	3.657
			75,85%	Driyorejo	152,77	5.164
			73,65%	Cangkir	182,39	5.347
			46,92%	Bambe	128,22	3.891
3	Sidoarjo	Balongbendo	77,63%	Singkalan	106,61	2.311
			58,45%	Kedungsukodani	84,59	2.791
			45,28%	Bakungpringgodani	92,12	1.634
			82,47%	Bogempinggir	109,37	1.665
			91,18%	Jeruk Legi	140,95	3.076

Lanjutan Tabel 5.1

No	Kabupaten/ Kota	Kecamatan	Persentase sesuai Boundary	Desa/Kelurahan	Luas Wilayah (Ha)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
		Tarik	83,52%	Kramat Temenggung	93,59	1.717
			22,90%	Mliriprowo	52,14	956
		Krian	81,39%	Tempel	186,00	4.608
			31,80%	Barengkrajan	71,05	2.516
		Taman	70,13%	Partapan Maduretno	110,31	2.701
			61,66%	Tanjungsari	143,40	3.710
			67,84%	Krembangan	120,38	2.726
			64,76%	Tawang Sari	79,19	5.309
			87,58	Ngelom	45,47	4.661
			64,81%	Wonocolo	38,02	5.998
			53,01%	Bebekan	41,04	3.858
			33,99%	Sepanjang	29,98	3.836
4	Surabaya	Karangpilang	27,23%	Warugunung	89,72	2.298
			50,96%	Karangpilang	120,25	5.955
			43,08%	Kebraon	108,57	12.564
			48,25%	Kedurus	66,53	13.205
		Jambangan	52,63%	Pagesangan	44,32	6.382
			40,43%	Kebonsari	42,35	4.079
			54,26	Jambangan	53,49	4.805
			33,32%	Karah	108,88	5.438
		Dukuh Pakis	30,22%	Gunungsari	71,50	4.462
		Wonokromo	68,37%	Wonokromo	79,28	29.168
			62,04%	Sawunggaling	109,03	17.693
			21,56%	Jagir	28,98	5.148
TOTAL					3939,72	201.194

Sumber: Hasil Analisis, 2014

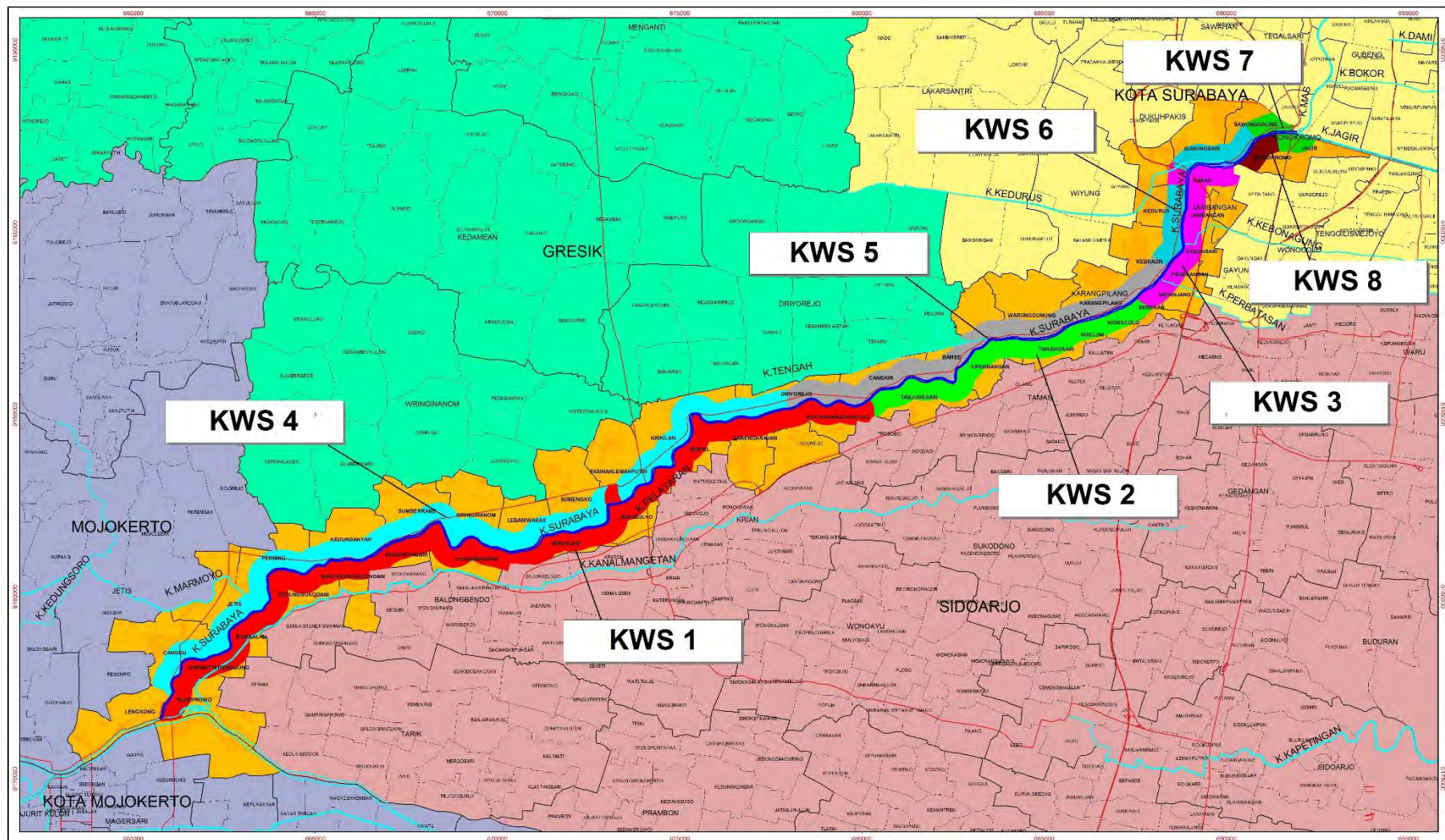
5.1.2 Pembagian Kelompok Wilayah Studi

Langkah selanjutnya setelah penentuan *boundary* selesai dilakukan adalah pembagian kelompok wilayah studi atau disingkat dengan istilah KWS. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa *boundary* adalah batasan suatu daerah dengan seluruh keterkaitan sistem didalamnya yang merupakan objek yang akan diobservasi/diteliti. Setelah peneliti mengetahui wilayah yang akan diobservasi sesuai dengan *boundary* nya, maka yang dilakukan selanjutnya adalah membuat KWS dari daerah yang akan diobservasi tersebut.

Tujuan dari pembagian kelompok wilayah studi adalah merupakan proses membagi objek menjadi beberapa wilayah, dengan tujuan untuk mengidentifikasi wilayah tersebut lebih rinci dan detail sehingga mengetahui masing-masing karakteristik daerahnya. Informasi terkait karakteristik masing-masing daerah tersebut dapat digunakan untuk memberikan data tambahan terkait identifikasi pola penggunaan lahan serta inventarisasi sumber pencemar yang akan dilakukan selanjutnya.

Pembagian KWS dapat dilakukan setelah persentase luas wilayah dan jumlah penduduk yang berdasar dari *boundary* selesai dihitung sehingga dapat diketahui seberapa besar luasan wilayah dan seberapa banyak jumlah penduduk yang termasuk dalam objek dalam penelitian ini, secara rinci telah ditampilkan pada **Tabel 5.1**.

Dalam proses pembagian KWS ini, peneliti melakukannya dengan berdasar pada daerah yang berkontribusi mempengaruhi kualitas air sungai pada jarak tertentu sesuai pedoman SNI 03-7016-2004. Sehingga dipilihlah skenario berdasarkan jumlah penduduk dengan ketentuan yaitu, untuk setiap total jumlah penduduk sebanyak 25.000 jiwa dibagi kedalam 1 KWS. Hasil pembagian KWS, dapat dilanjutkan dengan melakukan identifikasi serta inventarisasi sumber pencemar sesuai masing-masing KWS. Peneliti juga melakukan pengambilan uji kualitas air pada masing-masing KWS untuk dapat mewakili kondisi masing-masing wilayah. Ilustrasi pembagian kelompok wilayah studi dapat dilihat pada **Gambar 5.2** yang dapat dibedakan dengan masing-masing warnanya sedangkan hasil pembagian kelompok wilayah studi akan dirinci pada **Tabel 5.2**.



Tabel 5.2 Hasil Pembagian Kelompok Wilayah Studi

Kelompok Wilayah Studi	Cakupan Wilayah	Jumlah Penduduk
KWS 1	Mliriprowo	25.284 jiwa
	Kramat temenggung	
	Singkalan	
	Kedungsukodani	
	Bakungpringgodani	
	Bogempinggir	
	Penambangan	
	Jeruklegi	
	Sidomulyo	
	Tempel	
	Barengkrajan	
	Pertapanmaduretno	
KWS 2	Tanjungsari	25.000 jiwa
	Krembangan	
	Tawang Sari	
	Ngelom	
	Wonocolo	
	Bebekan	
KWS 3	Bebekan	25.803 jiwa
	Sepanjang	
	Pagesangan	
	Kebonsari	
	Jambangan	
	Karah	
KWS 4	Canggu	25.000 jiwa
	Jetis	
	Perning	
	Kedunganyar	
	Sumberame	
	Wringinanom	
	Lebaniwaras	
	Sumengko	
	Pasinanlemahputih	
	Krikilan	
	Driyorejo	
KWS 5	Driyorejo	25.000 jiwa
	Cangkir	

Lanjutan **Tabel 5.2**

Kelompok Wilayah Studi	Cakupan Wilayah	Jumlah Penduduk
	Bambe	
	Warugunung	
	Karangpilang	
	Kebaron	
KWS 6	Kedurus	25.000 jiwa
	Gunungsari	
	Sawunggaling	
KWS 7	Sawunggaling	25.000 jiwa
	Jagir	
	Wonokromo	
KWS 8	Wonokromo	25.003 jiwa

Sumber: Hasil Analisis, 2014

Dari **Tabel 5.2**, pembagian KWS sepanjang Kali Surabaya berdasarkan skenario total jumlah penduduk disimpulkan terbagi menjadi 8 KWS, selanjutnya akan ditampilkan titik koordinat pada setiap pembagian kelompok wilayah studi pada **Tabel 5.3**.

Tabel 5.3 Titik Koordinat Segmentasi Wilayah Studi

Kelompok Wilayah Studi	Titik Koordinat	
KWS 1	7° 24' 16,17"LS	112° 33' 04,70" BT
KWS 2	7° 21' 14,29" LS	112° 40' 21,87" BT
KWS 3	7° 19' 29,31" LS	112° 42' 46,30"BT
KWS 4	7° 24' 05,96" LS	112° 32'27,88"BT
KWS 5	7° 20'57,10"LS	112° 39'57,45"BT
KWS 6	7° 18' 32,42" LS	112° 42'33,95" BT
KWS 7	7° 17' 57,84"LS	112° 44' 08,66"BT
KWS 8	7° 18'17,46"LS	112° 43'44,71" BT

Sumber: Hasil Analisis,2014

Langkah selanjutnya yang akan dilakukan pada penelitian ini setelah pembagian kelompok wilayah studi adalah mengetahui informasi sumber pencemar berdasarkan karakteristik masing-masing wilayah. Untuk memperoleh informasi

tersebut peneliti melakukan identifikasi dan inventarisasi sumber pencemar sesuai dengan segmentasi yang telah dibuat yang akan dijelaskan pada sub bab berikutnya.

5.1.3 Identifikasi Kelompok Wilayah Studi & Inventarisasi Sumber Pencemar

Proses perolehan data dan informasi terkait sumber pencemar dilakukan dengan 2 cara yaitu melakukan identifikasi wilayah studi dilanjutkan dengan inventarisasi sumber pencemar. Kedua data tersebut saling berkaitan satu sama lain dan berguna untuk mendapatkan informasi dan data yang cukup valid.

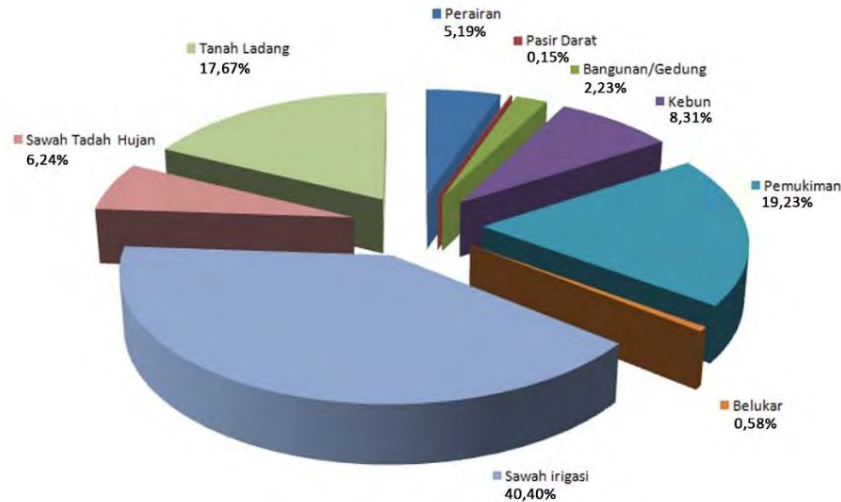
Pelaksanaan identifikasi wilayah studi dilakukan, untuk mengetahui pola penggunaan lahan di sepanjang sempadan Kali Surabaya sesuai dengan segmentasinya, telah disampaikan pada penelitian Shen *et al.* (2014) bahwa, komposisi pola penggunaan lahan akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas air di sungai, hal tersebut akan lebih signifikan terlihat pada saat musim hujan.

Cara selanjutnya adalah inventarisasi sumber pencemar yang merupakan hasil observasi di lapangan yang dilakukan oleh peneliti. Kegiatan inventarisasi ini bertujuan untuk mengkarakteristikan aliran-aliran pencemar dalam lingkungan wilayahnya berdasarkan kegiatannya. Berikut ini akan disajikan data terkait identifikasi dan inventarisasi sumber pencemar untuk kegiatan di sepanjang sempadan Kali Surabaya yang dilakukan sesuai segmentasinya.

5.1.3.1 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 1

Wilayah studi yang termasuk dalam KWS 1 sebanyak 12 desa/kelurahan, di wilayah Kabupaten Sidoarjo yang melewati 4 kecamatan, yaitu Kecamatan Balongbendo, Tarik, Krian dan Taman. Identifikasi pola penggunaan lahan pada KWS 1, didasarkan pada foto udara GoogleEarth sehingga didapatkan data untuk lahan pertanian berupa sawah irigasi yang memiliki lahan terluas dengan persentase 40,40% atau seluas 522,98 Ha. Selain pertanian, penggunaan lahan terluas kedua adalah pemukiman yang memiliki lahan seluas 248,97 Ha atau 19,23 % dari total luas wilayah KWS 1. Selanjutnya tanah ladang pada wilayah KWS 1 memiliki lahan seluas 228,68 Ha dengan persentase terbesar ketiga yaitu 17,67%, selanjutnya kebun dan sawah masing-masing memiliki persentase 8,31% dan 6,24 %. Sedangkan 67,20 Ha merupakan lahan perairan dengan persentase 5,19%. Total

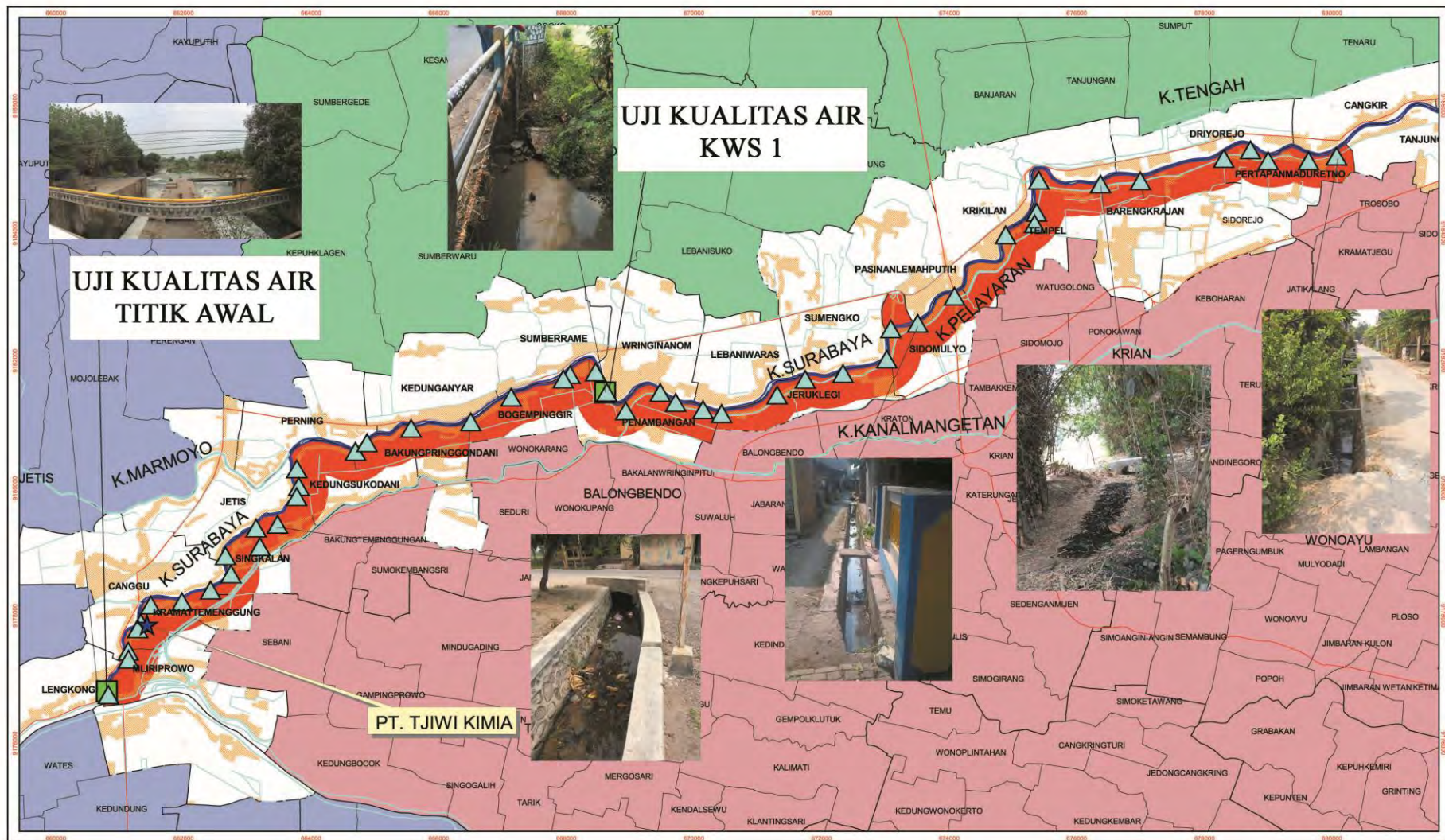
seluruh luas wilayah sepanjang KWS 1 seluas 1294,50 Ha, identifikasi pola penggunaan akan ditampilkan dalam bentuk pie chart seperti pada **Gambar 5.3**.



Gambar 5.3 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 1

Langkah yang dilakukan peneliti selanjutnya adalah menginventarisasi sumber pencemar di wilayah studi KWS 1. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, ditemukan 48 titik saluran air yang berasal dari pemukiman penduduk yang menuju ke arah Kali Surabaya. Kondisi dari seluruh saluran air yang ditemukan, memiliki bentuk dan kondisi yang bermacam-macam. Tidak seluruhnya saluran air tersebut mengalirkan air limbah atau dengan kata lain basah, beberapa yang ditemukan di lapangan terdapat saluran air yang kering dan cenderung tidak berfungsi. Gambaran beberapa kondisi saluran air dapat dilihat pada **Gambar 5.4**.

Dalam wilayah KWS 1, juga dilakukan pengambilan uji kualitas air. Titik pengambilan uji kualitas air dilakukan di hilir Kali Surabaya yang berada di Dam Mlirip dengan koordinat $7^{\circ} 26' 41,47''$ LS dan $112^{\circ} 27' 25,43''$ BT. Titik uji kualitas air yang kedua dilakukan pada saluran air limbah penduduk yang berada di Desa Penambangan dengan titik koordinat berada di antara $7^{\circ} 24' 08,04''$ LS dan $112^{\circ} 31' 39,60''$ BT. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan penduduk sekitar, saluran ini menampung air limbah dari kegiatan sehari-hari penduduk di beberapa dusun dalam wilayah Desa Jeruklegi yang juga melewati daerah pertanian yang berupa sawah, kebun dan ladang.



Daerah Aliran Kali Surabaya

Gambar 5.4
Peta Ploting Sumber Pencemar KWS 1



KETERANGAN

- | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|-------------|--|----------------|--|-----------------|
| | Batas Kabupaten | | Jalan Utama | | Kota Surabaya | | Ploting Saluran |
| | Batas Kecamatan | | Jalan KA | | Kab. Gresik | | Lokasi Sampling |
| | Batas Desa | | | | Kab. Sidoarjo | | Lokasi Industri |
| | Sungai / Saluran | | | | Kab. Mojokerto | | |
| | Lokasi Kali Surabaya | | | | Pemukiman | | |

INDEX PETA :



PARAMETER GEODESI

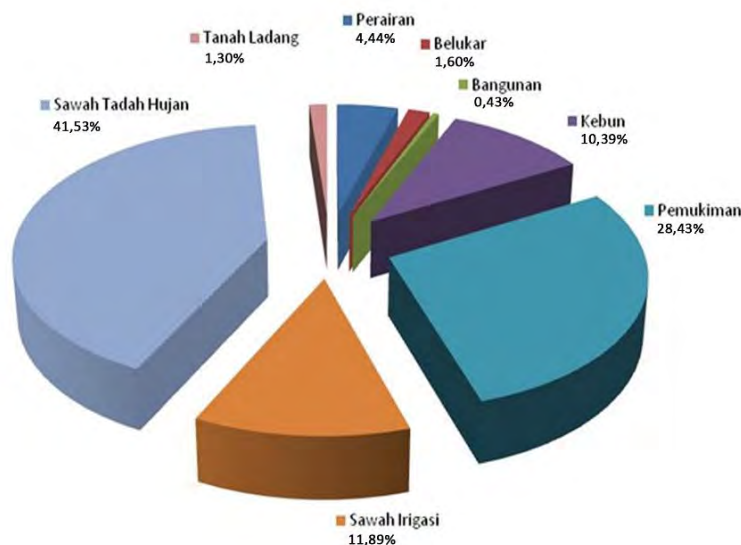
Datum	WGS 84
Ellipsoid	WGS 84
Sistem Koordinat	UTM
Meridian Tengah	111 E
Zona	49 S
Timur Semu	500000 m
Utara Semu	10000000 m
Unit Peta	Meter

SUMBER :

- PETA RBI BAKOSURTANAL
- SKALA 1:25.000
- Interpretasi Google Earth
- Survei dan Analisa

5.1.3.2 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 2

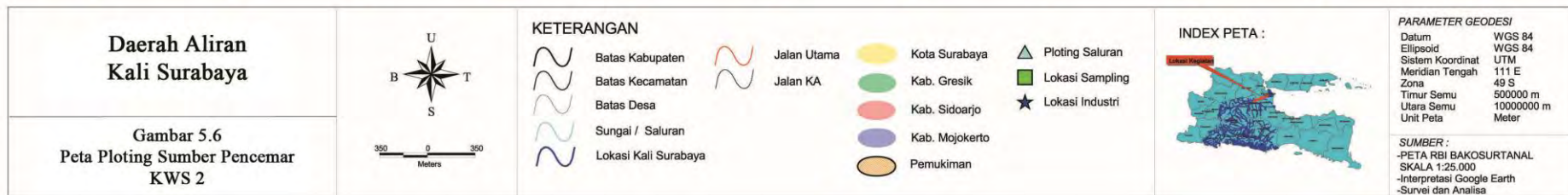
Wilayah administratif yang termasuk dalam KWS 2 sebanyak 6 desa/kelurahan yang termasuk dalam 1 kecamatan, yaitu Kecamatan Taman di Kabupaten Sidoarjo. Identifikasi pola penggunaan lahan pada KWS 2, didasarkan pada foto udara GoogleEarth sehingga didapatkan data untuk lahan terluas di berupa lahan sawah tadah hujan seluas 41,53% atau 186,85 Ha dari luas total KWS 2 seluas 449,92 Ha. Identifikasi pola penggunaan akan ditampilkan dalam bentuk pie chart seperti pada **Gambar 5.5**.



Gambar 5.5 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 2

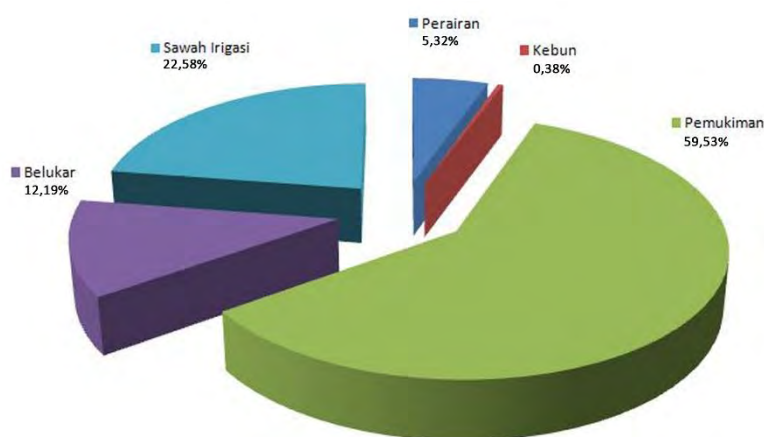
Dalam wilayah KWS 2, juga dilakukan proses inventarisasi sumber pencemar hasil pengamatan di lapangan ditemukan 22 titik sumber pencemar berupa saluran air dengan berbagai macam kondisi. Terdapat beberapa saluran yang tidak terawat bahkan tidak difungsikan kembali dan tertimbun sampah daun kering, namun masih terdapat juga beberapa titik salurn air yang masih berfungsi normal. Gambaran beberapa kondisi saluran air dapat dilihat pada **Gambar 5.6**.

Pada wilayah studi KWS 2, peneliti juga melakukan pengambilan uji kualitas air pada saluran air yang dilakukan di Desa Ngelom yang terletak di Kabupaten Sidoarjo dengan titik koordinat lokasi sampling berada pada 7⁰ 20'45,77" LS dan 112⁰ 41' 22,50" BT. Saluran air di desa Ngelom ini merupakan hilir yang berasal dari Kali Pelayaran yang bermuara di Kali Surabaya, mengalir sepanjang 21 Km yang juga digunakan sebagai air baku PDAM Delta Tirta.



5.1.3.3 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 3

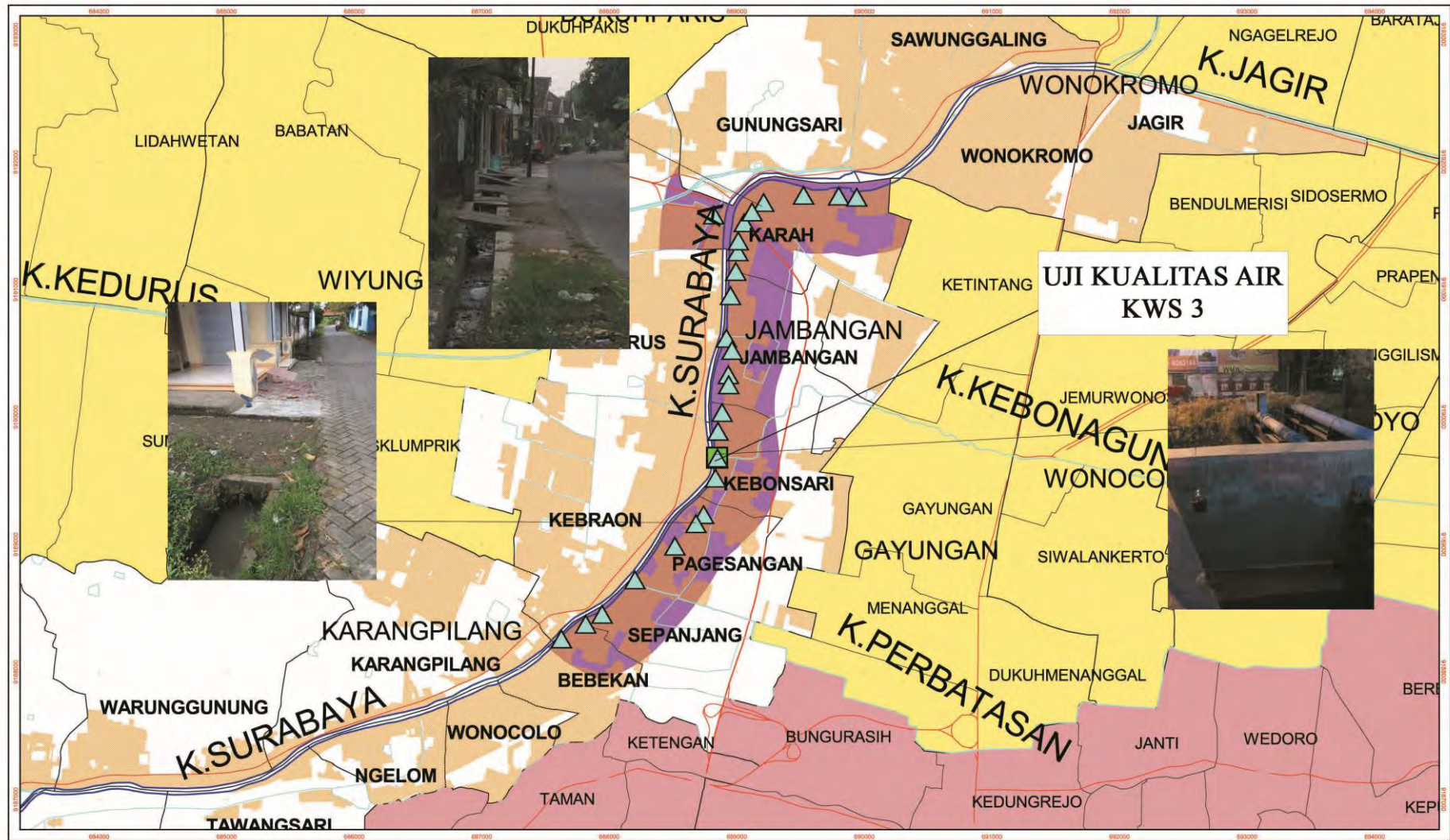
Wilayah studi yang termasuk dalam KWS 3 sebanyak 6 desa/kelurahan yang termasuk dalam wilayah Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo dan Kecamatan Jambangan Kota Surabaya. Penggunaan lahan diidentifikasi sebagian besar merupakan pemukiman penduduk seluas 59,53 % atau 176,55 Ha dari total luas KWS 3 yaitu seluas 296,59 Hektar. Selanjutnya pola penggunaan lahan terluas kedua adalah sawah irigasi dengan persentase 22,58% atau 66,97 Ha. Sisanya 12,19% berupa lahan kosong belukar dan 5,32 % merupakan wilayah perairan. Identifikasi pola penggunaan lahan akan ditampilkan dalam bentuk pie chart seperti **Gambar 5.7**.



Gambar 5.7 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 3

Setelah melakukan identifikasi wilayah studi, langkah selanjutnya adalah melakukan inventarisasi sumber pencemar. Hasil observasi pada wilayah studi KWS 3 ditemukan 25 titik sumber pencemar berupa saluran air dengan kondisi yang rata-rata sama dengan wilayah studi lainnya. Beberapa dalam keadaan kering, beberapa sudah tertimbun sampah dan masih ada yang difungsikan dengan baik.

Pengambilan titik uji kualitas air limbah juga dilakukan pada 1 titik lokasi di Desa Jambangan dengan titik koordinat berada di antara $7^{\circ} 19' 39,32''$ LS dan $112^{\circ} 42' 38,59''$ BT. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan wawancara dengan penduduk sekitar, saluran ini menampung air limbah dari penduduk dalam wilayah Desa Pagesangan, Jambangan dan Kebonsari, selain merupakan kawasan pemukiman, pada wilayah segmen 3 ini juga terdapat kegiatan perniagaan yang cukup ramai. Gambaran beberapa kondisi saluran air dapat dilihat pada **Gambar 5.8**.



Daerah Aliran Kali Surabaya

Gambar 5.8
Peta Ploting Sumber Pencemar
KWS 3



KETERANGAN

- Batas Kabupaten
- Batas Kecamatan
- Batas Desa
- Sungai / Saluran
- Lokasi Kali Surabaya

- Jalan Utama
- Jalan KA

- Kota Surabaya
- Kab. Gresik
- Kab. Sidoarjo
- Kab. Mojokerto
- Pemukiman

- Ploting Saluran
- Lokasi Sampling
- Lokasi Industri

INDEX PETA :

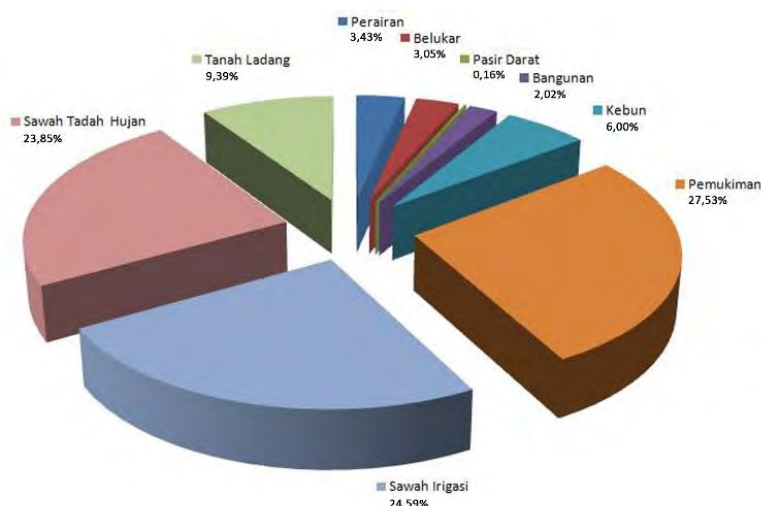


PARAMETER GEODESI
 Datum WGS 84
 Ellipsoid WGS 84
 Sistem Koordinat UTM
 Meridian Tengah 111° E
 Zona 49 S
 Timur Semu 5000000 m
 Utara Semu 10000000 m
 Unit Peta Meter

SUMBER :
 -PETA RBI BAKOSURTANAL
 SKALA 1:25.000
 -Interpretasi Google Earth
 -Survei dan Analisa

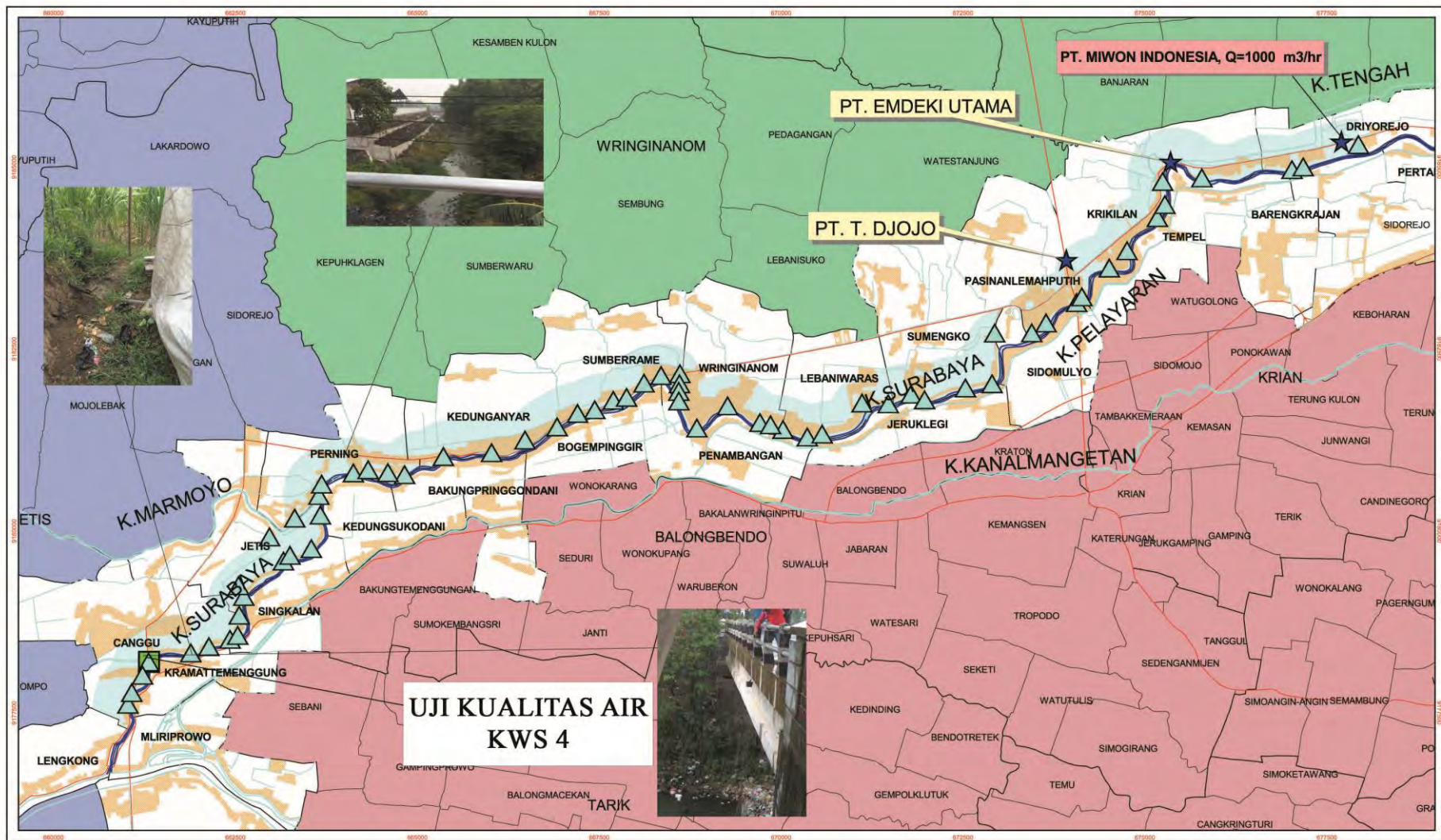
5.1.3.4 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 4

Wilayah studi yang termasuk dalam KWS 4 sebanyak 11 desa/kelurahan yang meliputi Kecamatan Jetis, Kabupaten Mojokerto hingga Kabupaten Gresik yang termasuk dalam Kecamatan Wringinanom dan Driyorejo. Identifikasi wilayah pada KWS 4 didominasi oleh pola penggunaan lahan berupa pemukiman seluas 27,53% dari total luas wilayah atau 321,84 Ha, dengan tingkat kehidupan masyarakat yang termasuk menengah ke bawah. Selanjutnya sawah irigasi dan sawah tadah hujan memiliki persentase penggunaan lahan sebesar 24,59% dan sawah tadah hujan sebesar 23,85%. Untuk areal terbangun, seperti bangunan gudang atau industri diidentifikasi mendominasi wilayah seluas 23,63 Ha atau 2,02% dari luas total KWS 4 seluas 1169,14 Ha. Identifikasi pola penggunaan lahan akan ditampilkan dalam bentuk pie chart seperti **Gambar 5.9**.



Gambar 5.9 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 4

Inventarisasi sumber pencemar di KWS 4, dilakukan dengan cara *plotting* sumber pencemar dan juga pengambilan uji kualitas air limbah sebanyak 1 titik di Desa Canggal, tepat berada di Jembatan Kedung Sumur dengan titik koordinat berada di antara $7^{\circ} 25' 56,09''$ LS dan $112^{\circ} 27' 41,72''$ BT. Berdasarkan data di lapangan, air limbah dari saluran Kedung Sumur ini memasuki Kali Surabaya pada jarak 1,5 km dari Dam Mlirip. Hasil observasi inventarisasi sumber pencemar di lapangan, ditemukan 49 titik *plotting* saluran air yang berada di sepanjang wilayah KWS 4. Selain saluran air, di lapangan juga ditemukan 1 titik lokasi industri yang membuang effluennya ke langsung ke Kali Surabaya, yaitu PT Miwon Indonesia. Gambaran beberapa kondisi saluran air dapat dilihat pada **Gambar 5.10**.



Daerah Aliran Kali Surabaya

Gambar 5.10
Peta Ploting Sumber Pencemar
KWS 4



KETERANGAN

- Batas Kabupaten
- Batas Kecamatan
- Batas Desa
- Sungai / Saluran
- Lokasi Kali Surabaya
- Jalan Utama
- Jalan KA

- Kota Surabaya
- Kab. Gresik
- Kab. Sidoarjo
- Kab. Mojokerto
- Pemukiman

- Ploting Saluran
- Lokasi Sampling
- Lokasi Industri

INDEX PETA :



PARAMETER GEODESI

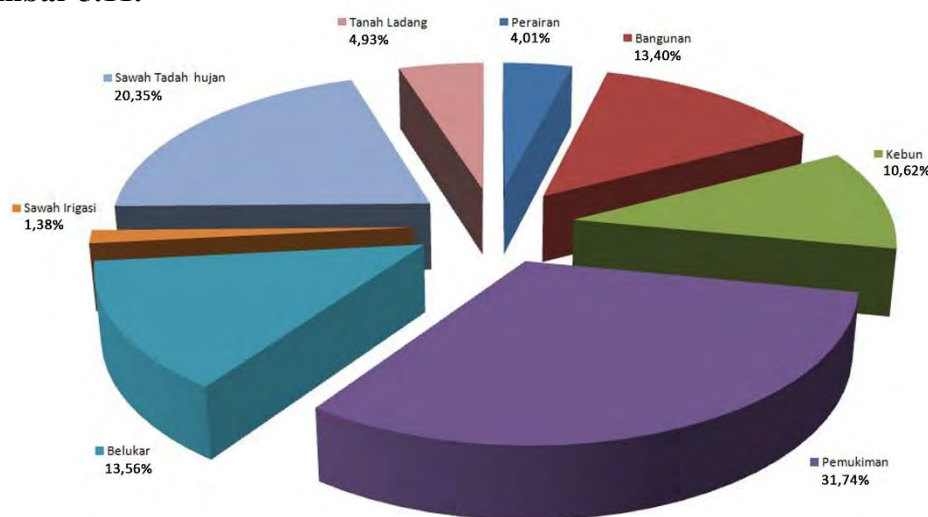
Datum WGS 84
Ellipsoid WGS 84
Sistem Koordinat UTM
Meridian Tengah 111 E
Zona 49 S
Timur Semu 500000 m
Utara Semu 10000000 m
Unit Peta Meter

SUMBER :

-PETA RBI BAKOSURTANAL
SKALA 1:25.000
-Interpretasi Google Earth
-Survei dan Analisa

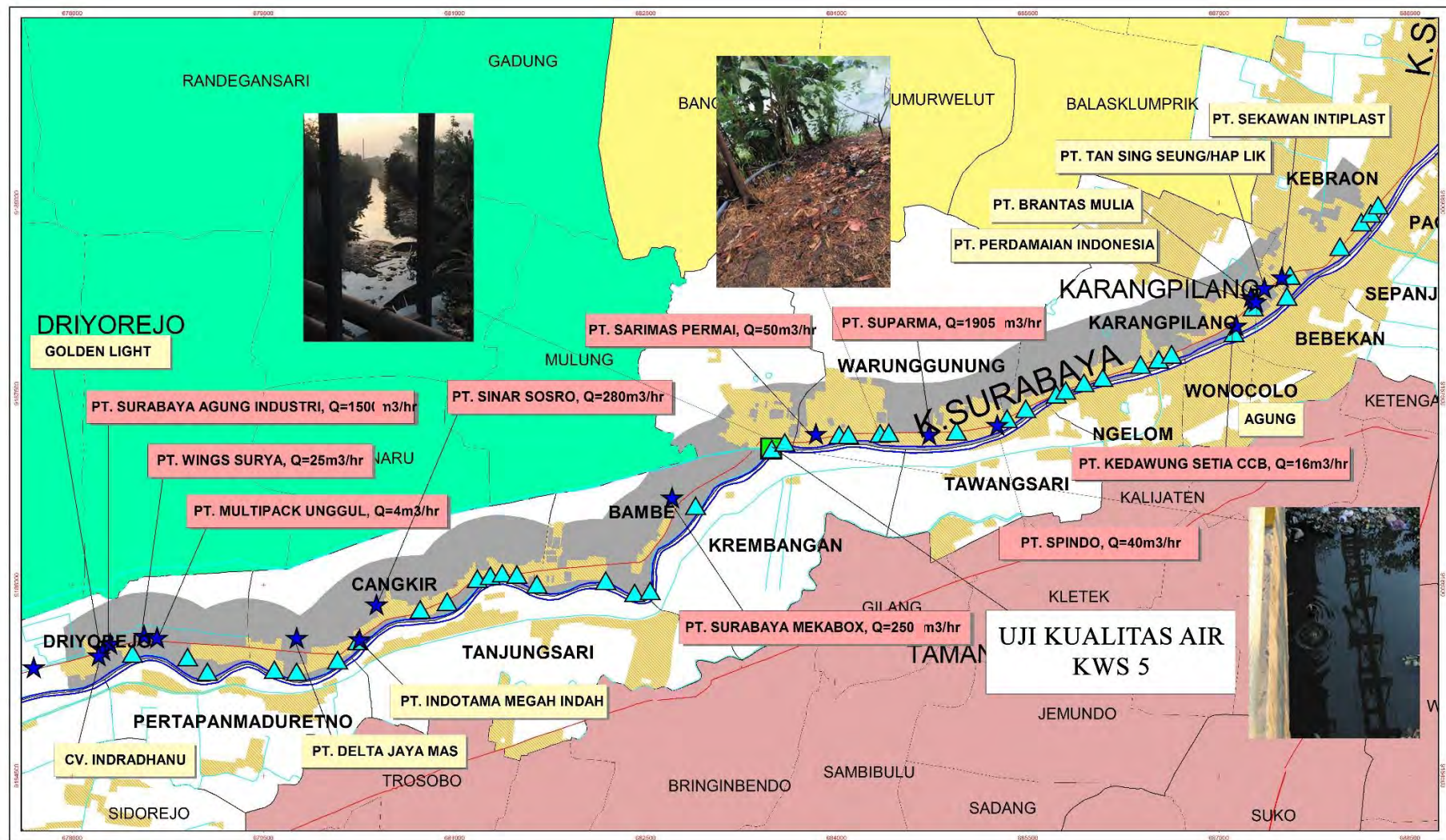
5.1.3.5 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 5

Wilayah administratif yang termasuk dalam KWS 5 sebanyak 6 desa/kelurahan meliputi 2 kecamatan yaitu kecamatan Driyorejo di Kabupaten Gresik dan Kecamatan Karangpilang di Kota Surabaya. Berdasarkan pada foto udara GoogleEarth identifikasi pola penggunaan lahan pemukiman menduduki peringkat pertama dalam penggunaan lahan di KWS 5 seluas 193,48 Ha atau 31,74%, sementara itu kawasan terbangun di wilayah KWS 5 memiliki persentase penggunaan lahan seluas 13,40% atau 81,72 Ha yang didominasi industri. Identifikasi pola penggunaan lahan akan ditampilkan dalam bentuk pie chart seperti **Gambar 5.11**.



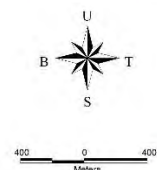
Gambar 5.11 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 5

Hasil inventarisasi di wilayah KWS 5, didapatkan 42 titik sumber pencemar yang berupa saluran air dari penduduk. Selanjutnya juga dilakukan uji kualitas air limbah yang berlokasi di Desa Bambe, Kabupaten Gresik pada saluran air Kali Tengah dengan titik koordinat lokasi sampling berada pada 7° 21' 04,94" LS dan 112° 39' 44,19" BT. Saluran air Kali Tengah ini merupakan lokasi pembuangan *effluent* dari beberapa industri di sekitar wilayah tersebut. Hasil pengamatan lainnya terhadap sumber pencemar ditemukan 18 industri pada wilayah KWS 5. Berdasarkan data dari BLH Propinsi Jatim (2013), sebanyak 9 dari total 18 industri yang *diplo*t tersebut membuang *effluent* nya ke Kali Tengah. Gambaran kondisi saluran air dan *plotting* sumber pencemar dapat dilihat pada **Gambar 5.12**.



Daerah Aliran Kali Surabaya

Gambar 5.12
Peta Ploting Sumber Pencemar
KWS 5



KETERANGAN

- Batas Kabupaten
- Batas Kecamatan
- Batas Desa
- Sungai / Saluran
- Lokasi Kali Surabaya

- Jalan Utama
- Jalan KA

- Kota Surabaya
- Kab. Gresik
- Kab. Sidoarjo
- Kab. Mojokerto
- Pemukiman

- Ploting Saluran
- Lokasi Sampling
- Lokasi Industri

INDEX PETA :



PARAMETER GEODESI

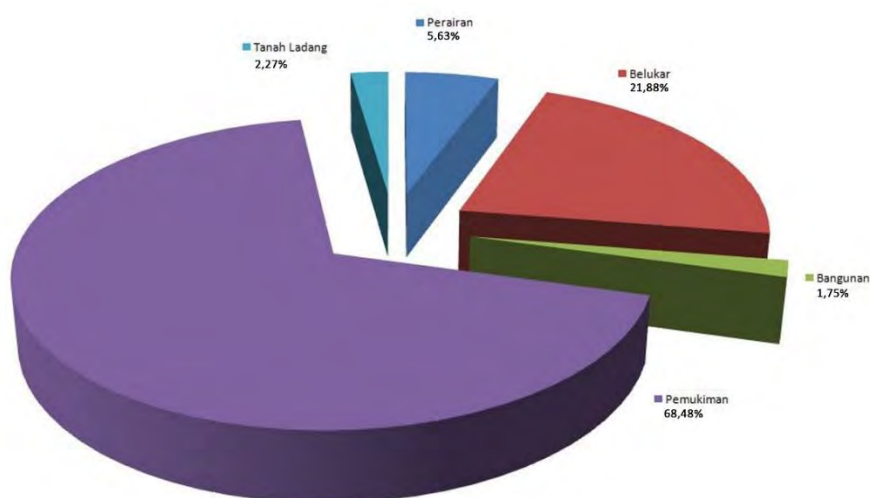
- Datum WGS 84
- Ellipsoid WGS 84
- Sistem Koordinat UTM
- Meridian Tengah 111° E
- Zona 49 S
- Timur Semu 500000 m
- Utara Semu 10000000 m
- Unit Peta Meter

SUMBER :

- PETA RBI BAKOSURTANAL
- SKALA 1:25.000
- Interpretasi Google Earth
- Survei dan Analisa

5.1.3.6 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 6

Wilayah yang termasuk dalam KWS 6 sebanyak 3 desa/kelurahan yang meliputi 3 wilayah yang keseluruhannya berada di Kota Surabaya. Identifikasi pola penggunaan lahan yang paling besar berupa pemukiman, dengan luasan 68,48% dari total wilayah pada KWS 6 atau seluas 168,33 Ha dari luas wilayah keseluruhan seluas 2445,83 Ha. Pola penggunaan lahan berupa belukar cukup banyak ditemui terbukti dengan luasan yang ada seluas 21,88% atau 53,78 Ha. Identifikasi pola penggunaan lahan akan ditampilkan dalam bentuk pie chart seperti **Gambar 5.13**.

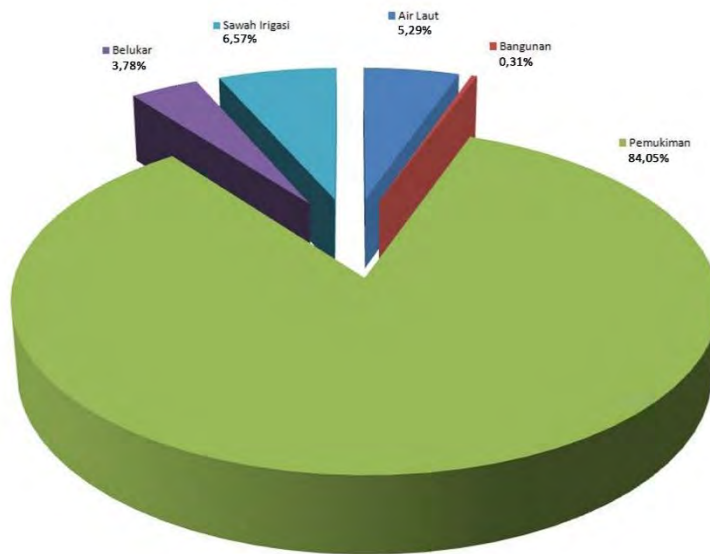


Gambar 5.13 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 6

Hasil pengamatan terhadap sumber pencemar dilapangan, ditemukan 15 titik sumber pencemar berupa saluran air dari pemukiman penduduk dalam kesempatan tersebut juga dilakukan pengambilan titik uji kualitas air limbah Kali Kedurus sebanyak 1 titik di Kelurahan Gunungsari. Aliran Kali Kedurus merupakan aliran air limbah pemukiman penduduk Kota Surabaya daerah wiyung dan sekitarnya yang bermuara di Kali Surabaya dengan jarak 180 meter dari Dam Gunungsari. Titik koordinat uji kualitas air pada KWS 6 berada di antara $7^{\circ} 18' 25,93''$ LS dan $112^{\circ} 43' 13,77''$ BT. Pada wilayah KWS 6 ini, didapati 1 sumber pencemar dari kegiatan perhotelan, yaitu PT Patra atau yang lebih dikenal dengan Hotel Singgasana. Gambaran kondisi saluran air dan *plotting* sumber pencemar dapat dilihat pada **Gambar 5.14**.

5.1.3.7 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 7

Wilayah administratif yang termasuk dalam KWS 7 sebanyak 3 desa/kelurahan yang termasuk dalam Kecamatan Wonokromo di Kota Surabaya. Secara keseluruhan wilayah studi pada KWS 7 ini meliputi kawasan pemukiman kelas menengah dan kawasan perniagaan. Persentase pola penggunaan lahan untuk pemukiman terlihat mendominasi dengan luas 85,15 Ha atau 84,05% dari total luas seluas 101,29 Ha. Pola penggunaan lahan selanjutnya berupa lahan sawah irigasi seluas 6,75% atau seluas 6,65 Ha dari. Identifikasi pola penggunaan lahan akan ditampilkan dalam bentuk pie chart seperti **Gambar 5.15**.



Gambar 5.15 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 7

Dalam wilayah KWS 7, juga dilakukan proses inventarisasi sumber pencemar, hasil pengamatan di lapangan ditemukan 8 titik sumber pencemar berupa saluran air dengan berbagai macam kondisi. Peneliti juga melakukan pengambilan uji kualitas air pada saluran air di Kelurahan Sawunggaling, yang tepatnya merupakan saluran air limbah pemukiman penduduk yang berada di Jalan Hayamwuruk hingga Kesatryan dan bermuara di Kali Surabaya dengan titik koordinat lokasi sampling berada pada $7^{\circ} 18' 01,46''$ LS dan $112^{\circ} 43' 42,23''$ BT. Pengambilan uji kualitas akhir untuk titik akhir dilakukan di Dam Jagir yang termasuk dalam wilayah KWS 7. Gambaran kondisi saluran air dan *plotting* sumber pencemar dapat dilihat pada **Gambar 5.16**.



Daerah Aliran Kali Surabaya

Gambar 5.16
Peta Ploting Sumber Pencemar
KWS 7



KETERANGAN

- | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|-------------|--|----------------|--|-----------------|
| | Batas Kabupaten | | Jalan Utama | | Kota Surabaya | | Ploting Saluran |
| | Batas Kecamatan | | Jalan KA | | Kab. Gresik | | Lokasi Sampling |
| | Batas Desa | | | | Kab. Sidoarjo | | Lokasi Industri |
| | Sungai / Saluran | | | | Kab. Mojokerto | | |
| | Lokasi Kali Surabaya | | | | Pemukiman | | |

INDEX PETA :



PARAMETER GEODESI

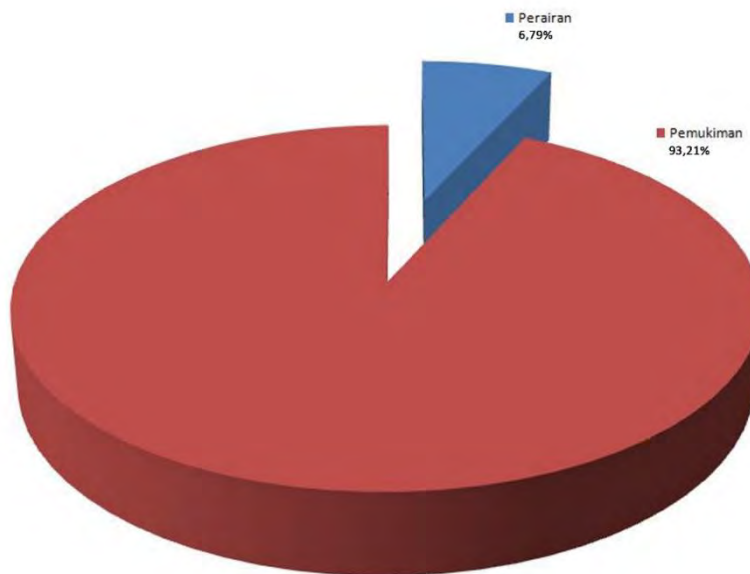
Datum WGS 84
 Ellipsoid WGS 84
 Sistem Koordinat UTM
 Meridian Tengah 111 E
 Zona 49 S
 Timur Semu 500000 m
 Utara Semu 10000000 m
 Unit Peta Meter

SUMBER :

-PETA RBI BAKOSURTANAL
 SKALA 1:25.000
 -Interpretasi Google Earth
 -Survei dan Analisa

5.1.3.8 Identifikasi & Inventarisasi Sumber Pencemar KWS 8

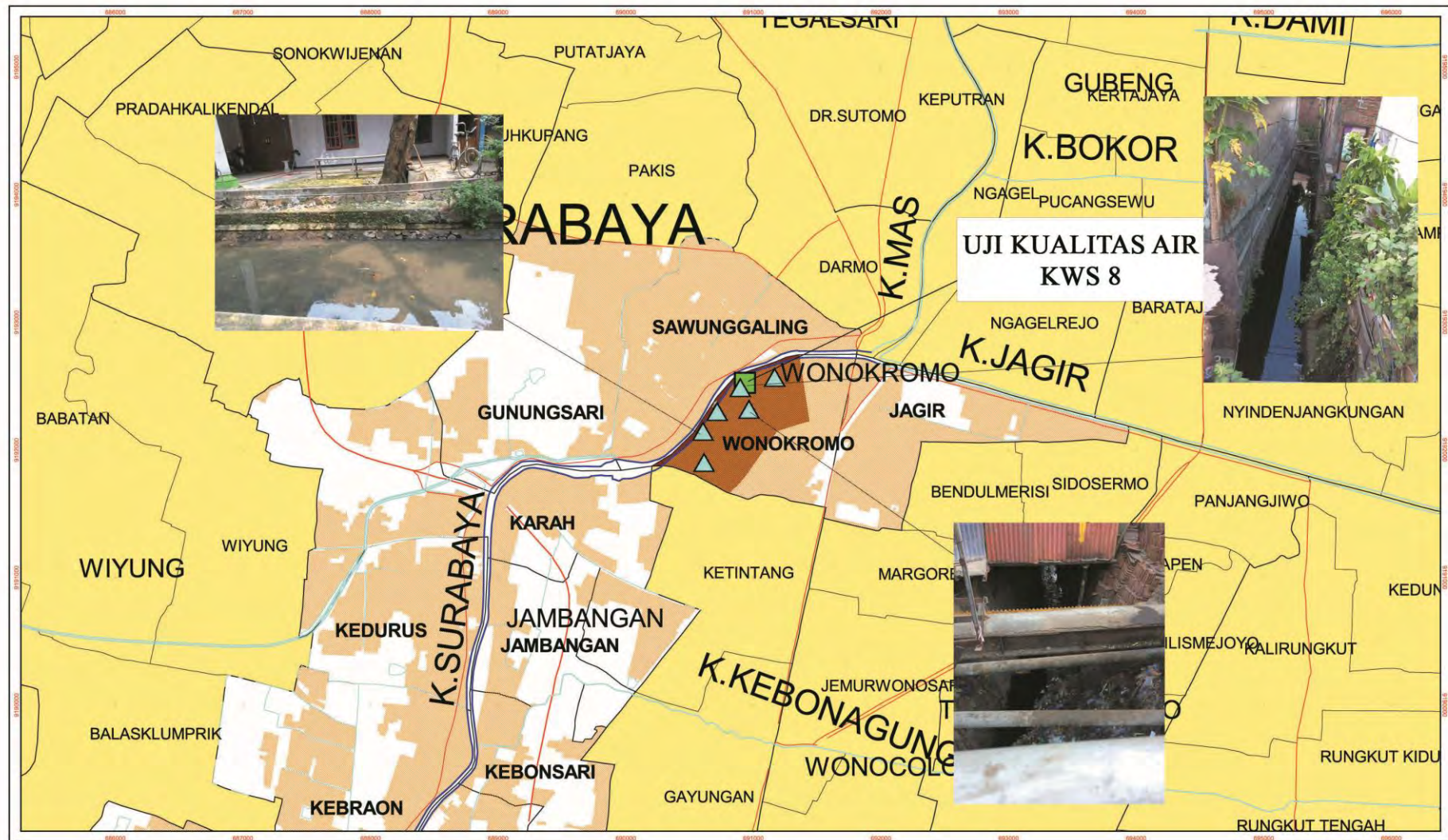
Wilayah studi yang termasuk dalam KWS 8 sebanyak 1 desa/kelurahan yang termasuk dalam Kecamatan Wonokromo, Kota Surabaya. Pola penggunaan lahan pada KWS 8 didominasi kawasan pemukiman menengah ke bawah dengan persentase penggunaan lahan seluas 93,21% dari luasan total wilayah adalah 60,76 Ha. Identifikasi pola penggunaan lahan akan ditampilkan dalam bentuk pie chart seperti **Gambar 5.17**.



Gambar 5.17 Identifikasi Pola Penggunaan Lahan KWS 8

Dalam wilayah KWS 8, juga dilakukan proses inventarisasi sumber pencemar, hasil pengamatan di lapangan ditemukan 6 titik sumber pencemar berupa saluran air. Pada wilayah studi KWS 8 ini, peneliti tidak menemukan adanya sumber pencemar lain berupa industri karena termasuk wilayah permukiman dan kawasan perniagaan yang cukup padat dan rapat.

Peneliti juga melakukan pengambilan uji kualitas air pada saluran air. Uji kualitas air pada KWS 8 dilakukan di Kelurahan Wonokromo tepatnya di saluran air pemukiman penduduk yang berada di Jalan Pulo Wonokromo yang merupakan pemukiman penduduk yang padat dengan kelas masyarakat menengah ke bawah. Titik koordinat lokasi sampling berada pada $7^{\circ} 18' 06,53''$ LS dan $112^{\circ} 43' 46,28''$ BT. Gambaran kondisi saluran air dan *plotting* sumber pencemar dapat dilihat pada **Gambar 5.18**.



Daerah Aliran Kali Surabaya

Gambar 5.18
Peta Ploting Sumber Pencemar
KWS 8



KETERANGAN

- | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|-------------|--|----------------|--|-----------------|
| | Batas Kabupaten | | Jalan Utama | | Kota Surabaya | | Ploting Saluran |
| | Batas Kecamatan | | Jalan KA | | Kab. Gresik | | Lokasi Sampling |
| | Batas Desa | | | | Kab. Sidoarjo | | Lokasi Industri |
| | Sungai / Saluran | | | | Kab. Mojokerto | | |
| | Lokasi Kali Surabaya | | | | Pemukiman | | |

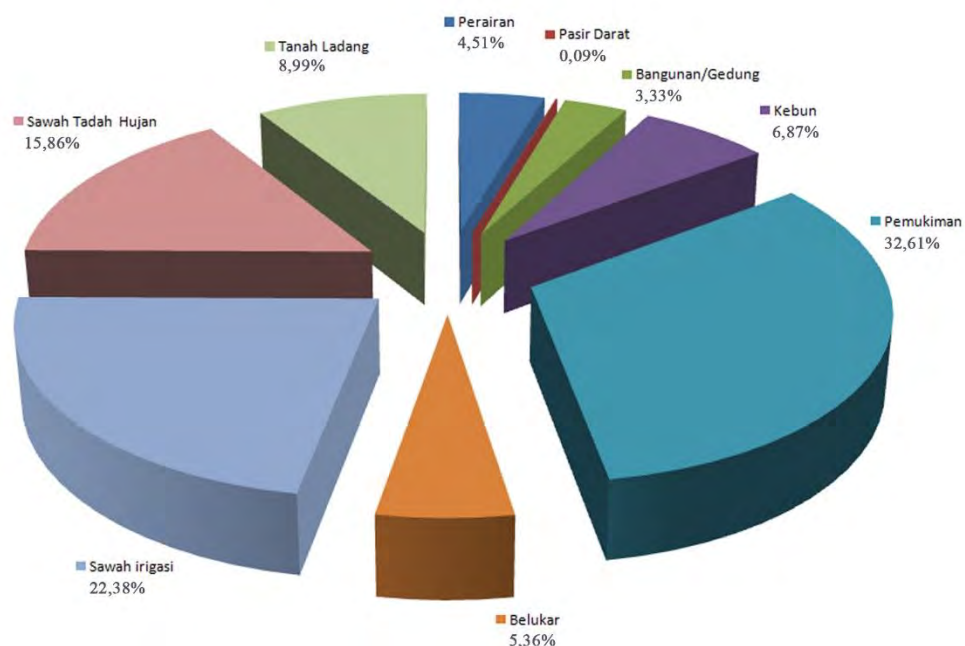
INDEX PETA :



PARAMETER GEODESI
Datum WGS 84
Ellipsoid WGS 84
Sistem Koordinat UTM
Meridian Tengah 111 E
Zona 49 S
Timur Semu 500000 m
Utara Semu 10000000 m
Unit Peta Meter

SUMBER :
-PETA RBI BAKOSURTANAL
SKALA 1:25.000
-Interpretasi Google Earth
-Survei dan Analisa

Kegiatan identifikasi pola penggunaan lahan di sepanjang sempadan Kali Surabaya dengan keseluruhan luas wilayah sebesar 3939.72 Ha, mendapatkan hasil bahwa secara umum pemukiman penduduk mendominasi pola penggunaan lahan dengan persentase sebesar 32,61%. Persentase pola penggunaan lahan secara lengkap dapat dilihat pada **Gambar 5.19**.



Gambar 5.19 Persentase Identifikasi Pola Penggunaan Lahan Kali Surabaya

Selanjutnya, setelah kegiatan identifikasi pola penggunaan lahan selesai dilakukan untuk seluruh keseluruhan luas wilayah sempadan Kali Surabaya langkah yang dilakukan selanjutnya adalah inventarisasi sumber pencemar. Apabila dikaitkan dengan pola penggunaan lahan yang didominasi oleh pemukiman penduduk, maka hasil dari kegiatan penelitian inventarisasi sumber pencemar ini menemukan 215 titik sumber pencemar berupa saluran air. Saluran air tersebut umumnya membawa air limbah dari kegiatan sehari-hari masyarakat tidak sedikit pula yang terkontaminasi oleh air dari limbah pertanian, peternakan dan kegiatan domestik lainnya. Sumber pencemar dari industri, ditemukan 10 titik industri yang membuang *effluent* limbahnya secara langsung ke Kali Surabaya, keseluruhan *plotting* sumber pencemar dapat dilihat pada **Gambar 5.20**.

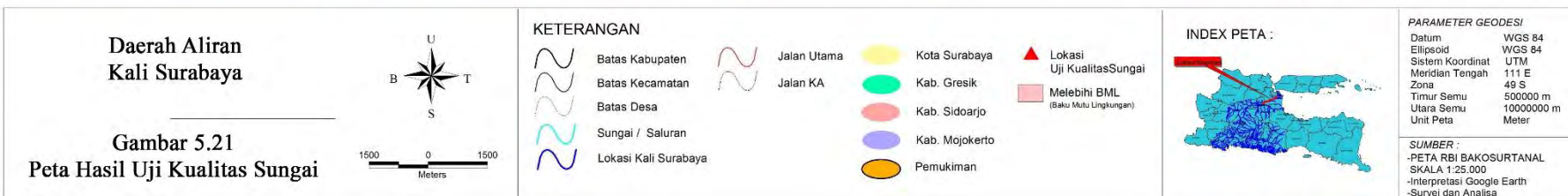
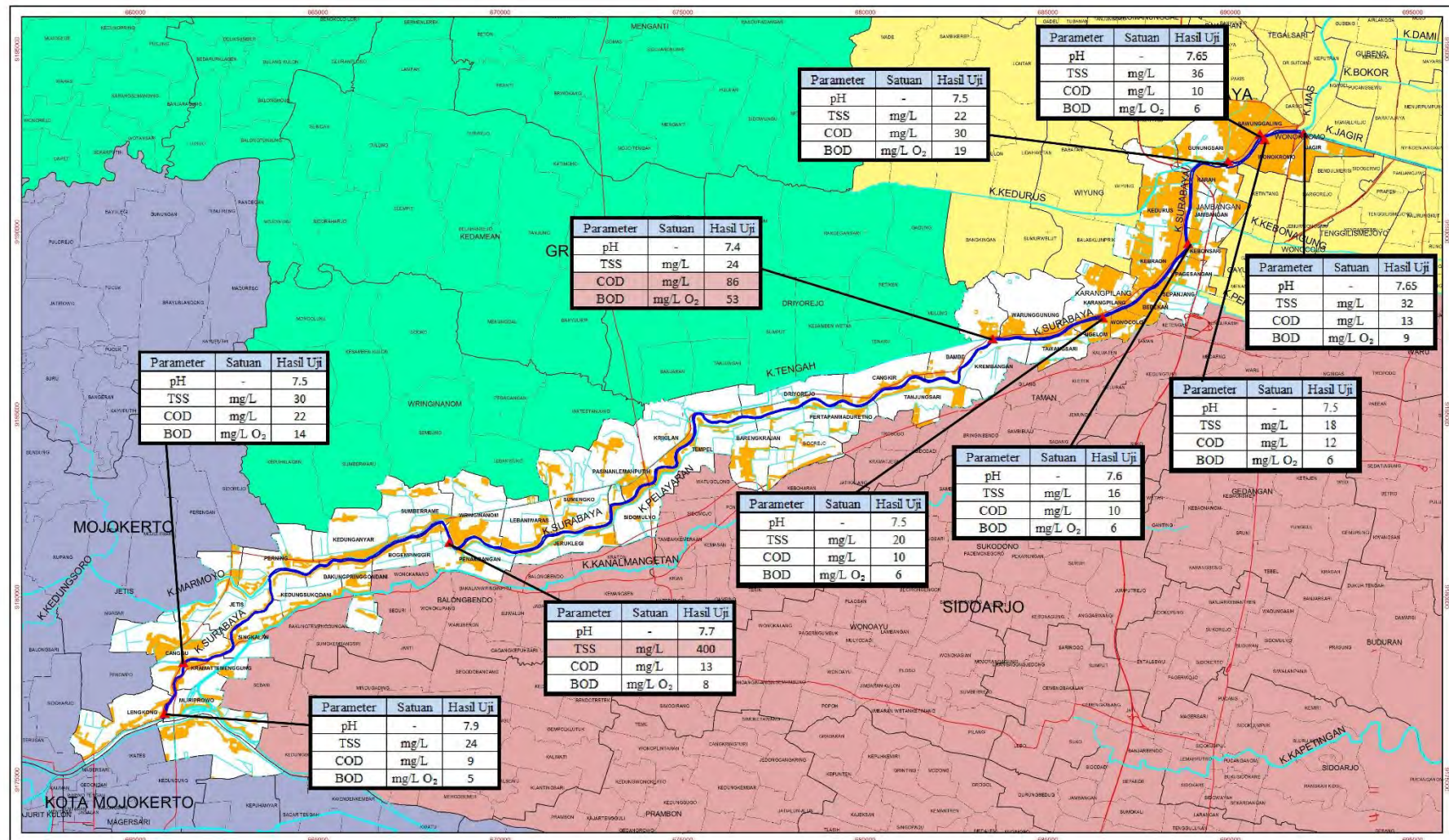
5.2 Analisis Kualitas Air

5.2.1 Analisis Kualitas Air Limbah

Telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, bahwa pada setiap segmentasi wilayah studi dilakukan juga pengambilan uji sampling kualitas air limbah. Pengambilan uji sampling kualitas air limbah dilakukan masing-masing 1 titik lokasi sampling pada setiap segmennya, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui kandungan zat pencemar yang terkandung dalam air limbah tersebut. Dalam penelitian ini, parameter zat pencemar yang diujikan adalah BOD, COD, pH dan TSS.

Terdapat peraturan baik secara nasional maupun daerah provinsi yang membahas tentang baku mutu air limbah domestik. Keputusan Menteri LH No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik adalah salah satu peraturan mengenai baku mutu air limbah domestik yang berlaku secara nasional di seluruh wilayah Indonesia apabila baku mutu limbah domestik daerah belum ditetapkan. Provinsi Jawa Timur telah memiliki peraturan daerah sendiri terkait baku mutu limbah domestik dengan ketentuan yang lebih ketat yang tertuang pada Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Berikut ini akan ditampilkan hasil uji kualitas air limbah yang dilakukan peneliti pada setiap segmentasi wilayah studi yang selanjutnya akan dilakukan dengan perbandingan dengan baku mutu yang telah disebutkan diatas.

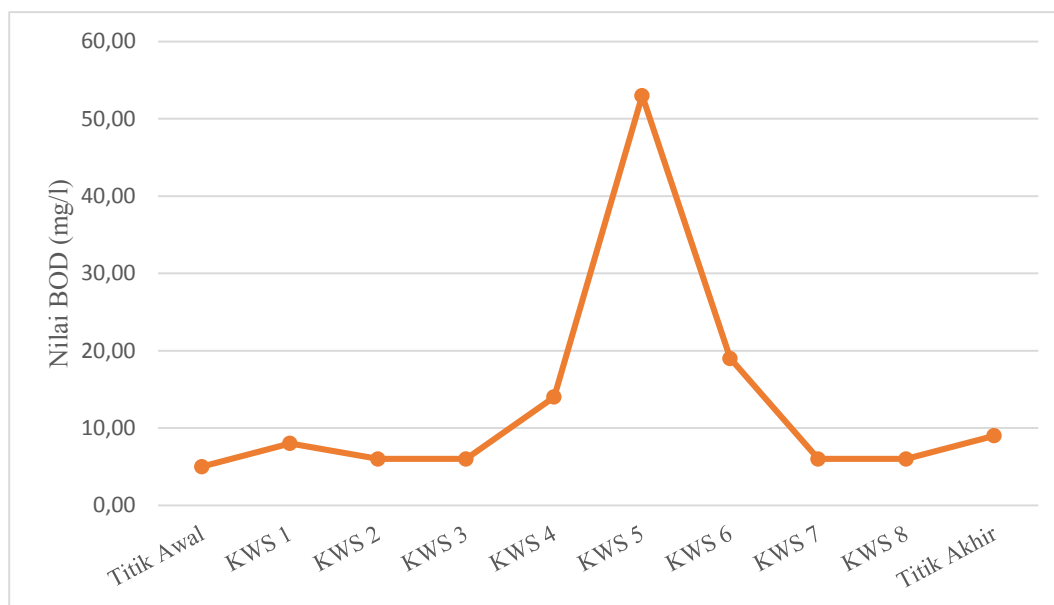
Analisis terhadap hasil uji kualitas air limbah saluran dinyatakan bahwa, besar kandungan zat pencemar dalam air limbah domestik di sepanjang sempadan Kali Surabaya masih berada di bawah baku mutu dari Kepmen LH No. 112 Tahun 2003 ataupun PerGub Jatim No. 72 Tahun 2013. Namun pada hasil uji sampling di segmen 2, untuk parameter TSS nilainya melebihi baku mutu yaitu 400 mg/L. Hal tersebut juga terjadi pada hasil uji sampling untuk segmen 5 yang juga melebihi baku mutu untuk parameter BOD sebesar 53,00 mg/L dan COD sebesar 86,00 mg/L. Hasil dari pengujian kualitas air limbah, disajikan pada **Gambar 5.21** sedangkan hasil tabulasi dilihat pada **Lampiran**.



Selanjutnya akan dilakukan analisa terhadap hasil uji kualitas air limbah pada setiap parameternya dari setiap titik lokasi pengambilan uji sampling yang akan disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 5.22** hingga **Gambar 5.25**.

5.2.1.1 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Menurut Metcalf & Eddy (1991), BOD atau Biological Oxygen Demand adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme yang biasanya berupa bakteri untuk mengurai atau mendekomposisikan bahan organik dalam kondisi aerobik. Kandungan nilai BOD pada air limbah dapat dilihat pada **Gambar 5.22**.



Gambar 5.22 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Limbah Parameter BOD

Pada **Gambar 5.22**, ditampilkan grafik hasil uji kualitas air pada 8 kelompok wilayah studi termasuk untuk hasil uji titik awal dan titik akhir, terlihat nilai BOD yang fluktuatif pada beberapa titik lokasi uji kualitas air. Pada lokasi uji titik awal nilai BOD cenderung rendah, karena uji kualitas air diambil tepat di lokasi Dam Mlirip yang tidak mendapatkan masukan cemaran sehingga keadaan oksigen badan air dalam kondisi baik. Pengambilan uji kualitas air pada KWS 1 hingga 4 diambil dari saluran air rumah tangga, dengan nilai BOD berturut-turut untuk KWS 1 sebesar 8,00 mg/l, KWS 2 sebesar 6,00 mg/l, KWS 3 mencapai nilai 6,00 mg/l dan segmen 4 sebesar 14,00 mg/l. Pada hasil uji KWS 4, diambil di lokasi saluran air Kedung Sumur, di Desa Cangu dengan nilai BOD cenderung lebih tinggi

daripada segmen sebelumnya, hal tersebut dikarenakan lokasi tempat pengambilan uji sampling air limbah merupakan saluran primer yang menerima aliran air limbah dari saluran sekunder dan tersier dengan kandungan pencemar organik dari kegiatan domestik yang tinggi sehingga nilai BOD cenderung meningkat selain juga karena pola penggunaan lahan yang mendominasi KWS 4 adalah wilayah pemukiman.

Hasil uji kualitas air limbah parameter BOD yang terlihat pada KWS 5 cenderung naik drastis hingga berada pada angka 53 mg/l, hal tersebut terjadi karena pada segmen 5 pengambilan lokasi titik uji kualitas air limbah dilakukan pada saluran air Kali Tengah yang telah banyak dikenal sebagai saluran tempat pembuangan *effluent* beberapa industri besar di sekitar daerah Bambe, Warugunung dan Cangkir Kabupaten Gresik selain juga merupakan tempat buangan limbah cair dari kegiatan domestik masyarakat. Dengan kemungkinan pembuangan *effluent* limbah yang dilakukan oleh beberapa industri sehingga kandungan nilai pencemar BOD tinggi. Kandungan nilai BOD yang mengisyaratkan terjadinya pencemaran pada air limbah yang didominasi kandungan zat pencemar organik.

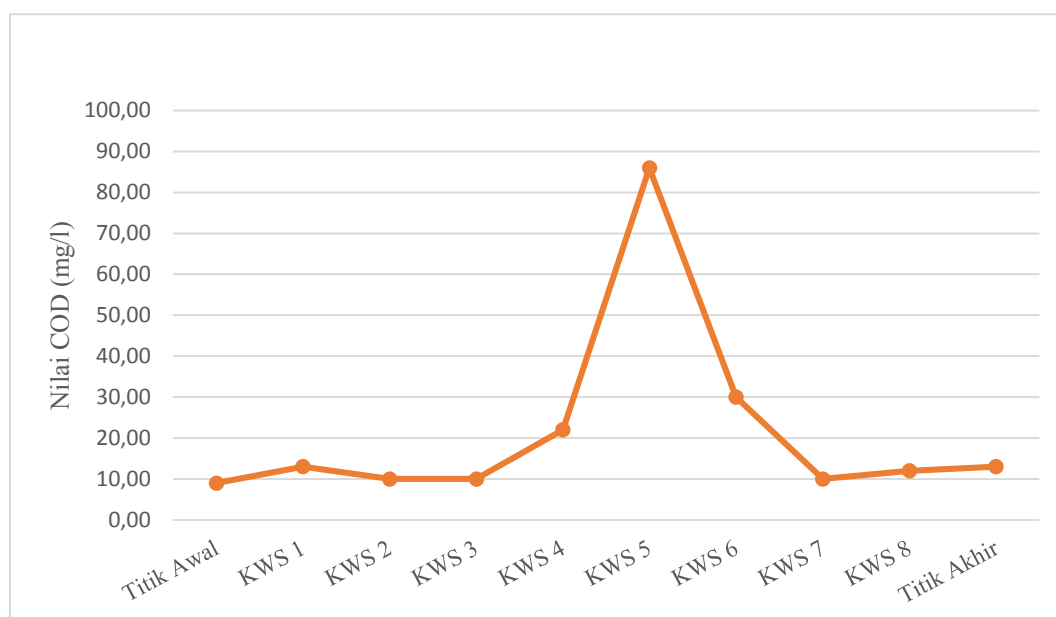
Hasil uji untuk wilayah KWS 6 dinyatakan nilainya turun dibandingkan dengan hasil uji pada wilayah KWS 5, dengan hasil uji kualitas air limbah pada KWS6 mencapai angka 19,00 mg/l. Hal tersebut terjadi karena lokasi pengambilan uji kualitas air limbah berada di saluran Kedurus yang merupakan saluran primer dari banyaknya saluran sekunder di kawasan Surabaya Barat dan Kabupaten Gresik bagian selatan. Apabila dilihat dari besarnya buangan limbah domestik yang ditampung pada saluran Kedurus, sudah dapat dipastikan kandungan pencemar juga tinggi yang menyebabkan nilai BOD yang tinggi pula. Nilai kandungan BOD pada KWS 7 dan KWS 8 cenderung sama dan memiliki nilai yang lebih rendah dari segmen sebelumnya, pada KWS 7 mencapai nilai 6,00 mg/l dan KWS 8 berada pada nilai 6,00 mg/l sedangkan untuk hasil uji BOD titik akhir berada di angka 9,00 mg/l. Nilai yang cenderung sama tersebut dikarenakan pola penggunaan lahan yang mendominasi juga sama, yaitu di dominasi oleh pemukiman penduduk dengan tingkat kehidupan masyarakat cenderung menengah ke bawah.

Secara garis besar, nilai BOD yang terkandung dalam air limbah pada setiap titik lokasi uji pengambilan kualitas air menunjukkan nilai adanya pencemaran dari buangan berbagai kegiatan terutama buangan dari kegiatan limbah domestik karena

secara garis besar pola penggunaan lahan didominasi permukiman. Apabila dianalisis hasil uji kualitas air limbah dari KWS 1 hingga KWS 8, hanya pada KWS 5 saja yang nilai BOD melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013, dengan nilai baku mutu 30 mg/l sedangkan nilai hasil uji mencapai angka 53 mg/l sehingga perlu dilakukan rencana pengendalian pencemaran air limbah, agar tidak mencemari badan air penerima.

5.2.1.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

Parameter COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat di degradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi secara biologis menjadi CO_2 dan H_2O , dengan oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi air sampel (Metcalf & Eddy, 1991). Kandungan nilai COD pada air limbah dapat dilihat pada **Gambar 5.23**.



Gambar 5.23 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Limbah COD

Selanjutnya, akan dianalisis terkait hasil uji kualitas air limbah untuk parameter COD sesuai dengan **Gambar 5.23**, secara keseluruhan fluktuasi naik turun dari hasil uji COD hampir sama dengan nilai hasil uji BOD. Hasil uji kualitas air limbah pada titik awal berada pada nilai 9,00 mg/l dan nilainya meningkat pada hasil uji kualitas air KWS 1, yaitu sebesar 13,00 mg/l hal tersebut dikarenakan pola

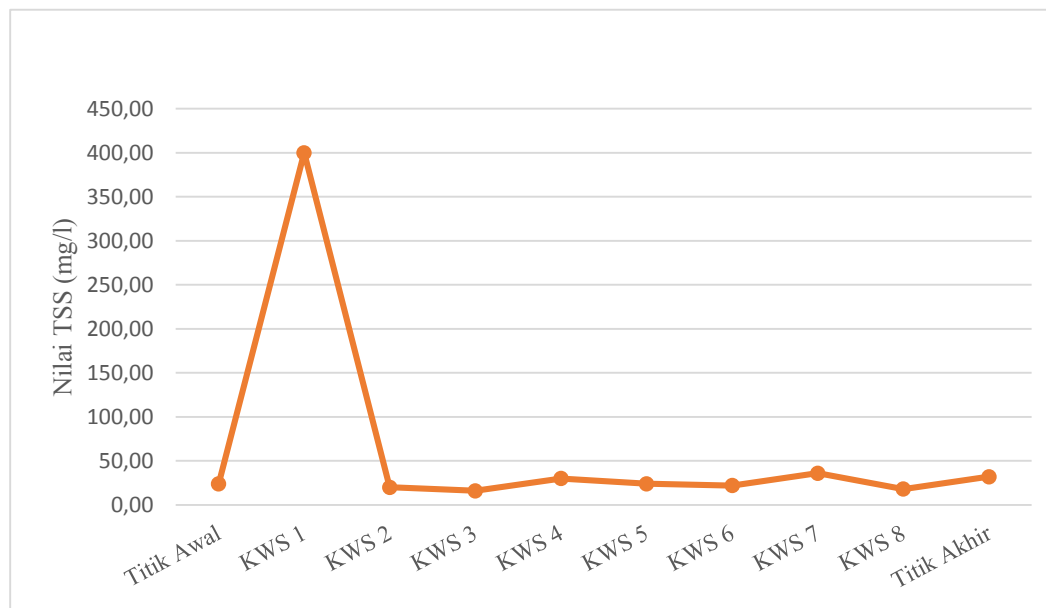
penggunaan lahan berikut dengan aktivitas kegiatan masyarakat yang tinggi antara kegiatan pertanian dengan pemukiman penduduk sehingga buangan yang dihasilkan juga mengandung berbagai bahan pencemar organik.

Grafik COD secara garis besar mengalami fluktuasi nilai kandungan yang naik dan turun sama halnya dengan nilai BOD. Adanya aktivitas pembuangan limbah cair dari domestik maupun industri meningkatkan nilai COD hingga mencapai 86,00 mg/l. Tingginya nilai COD tersebut dipengaruhi oleh nilai BOD yang juga tinggi pada KWS 5, sebesar 53,00 mg/l, tingginya nilai COD maupun BOD tersebut terjadi pada KWS 5 di saluran Kali Tengah. Pada KWS 6, KWS 7 hingga KWS 8 nilai COD turun karena kandungan pencemar yang terdapat pada air limbah cenderung lebih kecil karena beban pencemar yang lebih rendah. Secara umum nilai COD yang diperoleh dari hasil pengukuran kualitas air limbah lebih besar dari nilai BOD karena senyawa kimia yang bisa dioksidasi secara kimiawi lebih besar dibandingkan oksidasi secara biologis.

Secara garis besar, nilai COD yang terkandung dalam air limbah pada setiap titik lokasi uji pengambilan kualitas air menunjukkan nilai adanya pencemaran dari buangan berbagai kegiatan terutama buangan dari kegiatan limbah domestik karena secara garis besar pola penggunaan lahan didominasi permukiman. Apabila dianalisis hasil uji kualitas air limbah dari KWS 1 hingga KWS 8, hanya pada KWS 5 saja yang nilai COD melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013, dengan nilai baku mutu 50 mg/l sedangkan nilai hasil uji mencapai angka 86 mg/l sehingga perlu dilakukan rencana pengendalian pencemaran air limbah, agar tidak mencemari badan air penerima.

5.2.1.3 Total Suspended Solid (TSS)

TSS atau padatan tersuspensi merupakan partikel yang menyebabkan kekeruhan baik terdiri dari bahan organik maupun bahan anorganik yang tersuspensi dalam air. Kandungan nilai TSS pada air limbah dapat dilihat pada **Gambar 5.24**.



Gambar 5.24 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Limbah Parameter TSS

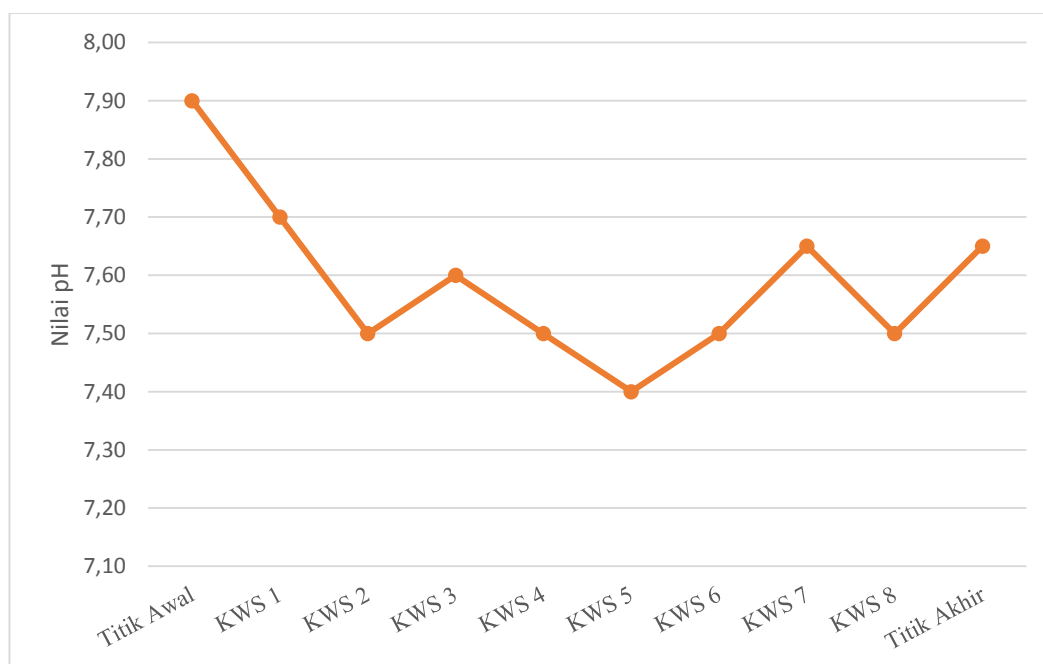
Apabila dianalisis, kandungan TSS seperti yang terlihat pada **Gambar 5.24**, dari nilai TSS pada titik awal berada pada angka 24,00 mg/l, nilai tersebut masih jauh berada di bawah baku mutu. Namun nilai TSS meningkat tajam pada hasil kualitas air di KWS 1, hingga mencapai angka 400 mg/l sangat jauh berada diatas baku mutu yang dipersyaratkan sesuai Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013, nilai TSS yang diijinkan yang terkandung dalam air limbah hanya sebesar 50 mg/l. Apabila dianalisis lebih lanjut, nilai TSS yang meningkat tajam tersebut karena pada KWS 1, pola penggunaan lahan didominasi oleh kegiatan pertanian dengan lokasi pengambilan kualitas air limbah dilakukan di saluran primer yang membawa aliran buangan yang mengandung erosi atau kikisan tanah dari lahan pertanian, hal tersebut dapat dilihat karena aliran air berwarna kecoklatan selain juga tentunya aliran tersebut membawa buangan air limbah domestik.

Selanjutnya dari KWS 2 hingga KWS 8 kandungan nilai TSS masih stabil dengan kisaran antara 20,00 mg/l hingga 30 mg/l yang masih berada di bawah ambang batas baku mutu sesuai peraturan. Nilai TSS yang tinggi dapat diartikan banyaknya partikel yang terlarut dalam air baik berupa sedimen, pasir, tanah liat atau bahkan jasad-jasad renik serta bahan-bahan organik yang terkandung dalam air limbah domestik ataupun pertanian. Partikel-partikel yang tersuspensi tersebut dapat mengakibatkan menurunnya intensitas cahaya dalam air sehingga terjadi

kekeruhan. Apabila kekeruhan yang terjadi sangat pekat dapat menghambat aliran oksigen dalam air yang artinya dapat mengganggu kegiatan dekomposisi atau penguraian kandungan pencemar oleh yang dilakukan oleh bakteri ataupun mikroorganisme sehingga terjadi suasana yang anaerob dan kandungan pencemar yang tinggi dapat menurunkan kualitas badan air penerima.

5.2.1.4 Derajat Keasaman atau pH

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan atau zat. pH merupakan parameter ikutan dari hasil proses bio-kimia di dalam air. Kandungan nilai pH pada air limbah dapat dilihat pada **Gambar 5.25**.



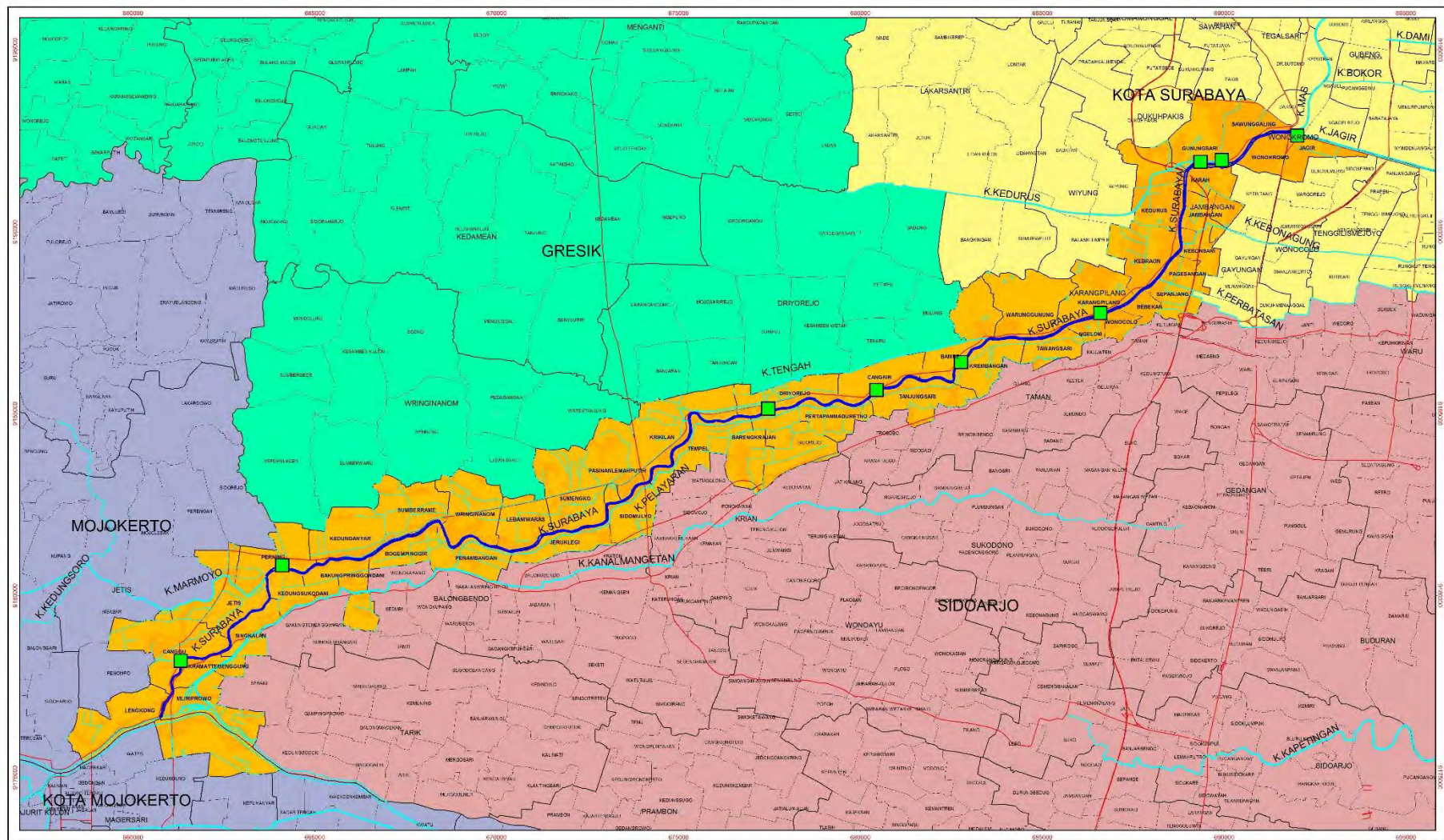
Gambar 5.25 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Limbah Parameter pH

Pada **Gambar 5. 25**, dapat dianalisis secara umum nilai pH pada saluran air limbah di setiap segmentasi berada di angka >7 , yang tertinggi berada di titik awal dengan nilai pH sebesar 7,90 dan terendah terdapat di KWS 5, yaitu mencapai nilai 7,40. Apabila dilakukan analisis dengan peraturan terkait, yaitu Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013, baku mutu yang dipersyaratkan untuk nilai pH adalah antar pH 6 hingga pH 9, diambil kesimpulan kandungan pH yang terdapat pada air limbah tidak melebihi baku mutu.

Astono *et al* (2008) menyatakan pada penelitian yang dilakukan pada Sungai Ciliwung, pengukuran pH yang dilakukan menggunakan pH meter menunjukkan kisaran nilai 6 -7, nilai DO yang tinggi ternyata tidak diikuti oleh penurunan pH yang proposional. Hal tersebut dikarenakan tinggi nilai buangan limbah domestik yang mencemari sungai Ciliwung dilihat dari tingginya kandungan sabun yang dibuang langsung oleh penduduk, sehingga menaikkan nilai pH. Hal tersebut dapat dikatakan sama dengan yang terjadi pada kandungan air limbah dari pemukiman penduduk dimulai dari KWS 1 hingga KWS 8 yang secara rata-rata nilai pH berada diatas 7, yang berarti air limbah mengandung basa karena pH netral berada di kisaran nilai ≥ 7 . Hasil pengukuran tersebut diatas menunjukkan tingginya kandungan sabun atau deterjen yang terkandung dalam air limbah hasil buangan aktivitas mandi dan cuci yang dilakukan oleh masyarakat.

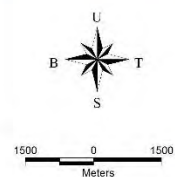
5.2.2 Analisis Kualitas Air Sungai

Selanjutnya, peneliti melakukan analisis terhadap kualitas air sungai Kali Surabaya yang dilakukan terhadap parameter pencemar BOD, COD, pH dan TSS dari tahun 2009 hingga 2013 pada 9 titik pantau uji kualitas air milik Perum Jasa Tirta 1. Pengumpulan data sekunder tersebut dilakukan untuk menganalisis kualitas air badan air Kali Surabaya, terhadap adanya pencemaran yang berasal dari kegiatan masyarakat sehari-hari di sepanjang Kali Surabaya. Selanjutnya data kualitas air sungai tersebut juga dibandingkan dengan peraturan terkait baku mutu kelas air yang tertuang pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Lokasi titik pantau milik Perum Jasa Tirta I di sepanjang Kali Surabaya akan ditampilkan pada **Gambar 5.26**, sedangkan hasil kualitas air sungai untuk parameter BOD, COD, TSS dan pH disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada **Gambar 5. 27** hingga **Gambar 5.30**, untuk tabulasi hasil kualitas air sungai dapat dilihat pada **Lampiran**.



Daerah Aliran Kali Surabaya

Gambar 5.26
Peta Lokasi Titik Pantau Kualitas Air PJT 1
di Kali Surabaya



KETERANGAN

- | | | | | | | | |
|--|----------------------|--|-------------|--|----------------|--|---------------------------------|
| | Batas Kabupaten | | Jalan Utama | | Kota Surabaya | | Titik Pantau Kualitas Air PJT 1 |
| | Batas Kecamatan | | Jalan KA | | Kab. Gresik | | |
| | Batas Desa | | | | Kab. Sidoarjo | | |
| | Sungai / Saluran | | | | Kab. Mojokerto | | |
| | Lokasi Kali Surabaya | | | | Pemukiman | | |

INDEX PETA :



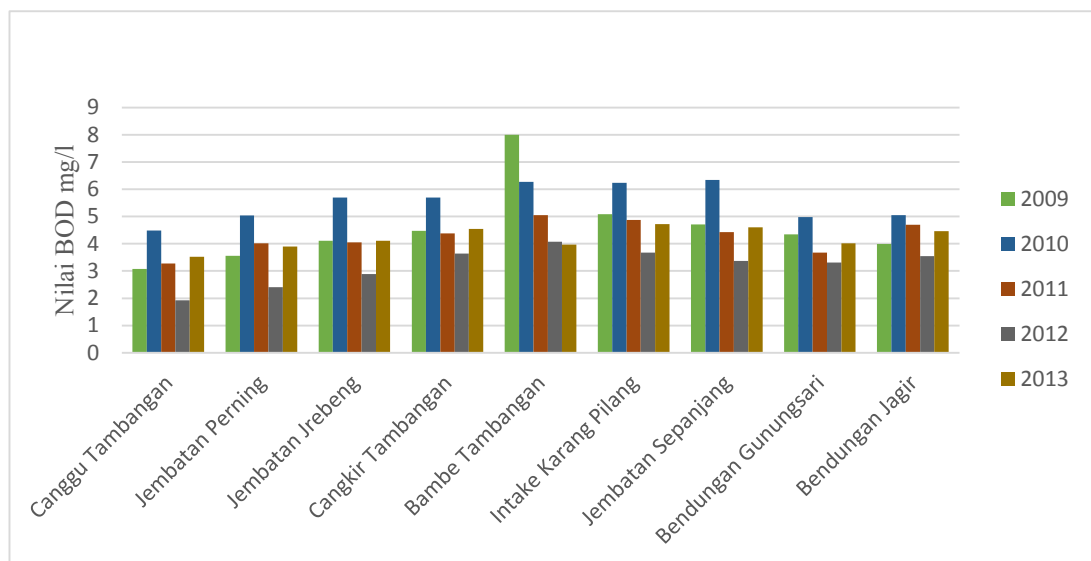
PARAMETER GEODESI

Datum WGS 84
Ellipsoid WGS 84
Sistem Koordinat UTM
Meridian Tengah 111 E
Zona 49 S
Timur Semu 500000 m
Utara Semu 10000000 m
Unit Peta Meter

SUMBER :
PETA RBI BAKOSURTANAL
SKALA 1:25.000
-Interpretasi Google Earth
-Survei dan Analisa

5.2.2.1 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Kandungan nilai BOD pada badan air adalah kunci dalam menganalisis adanya pencemaran dalam air sungai. Semakin tinggi nilai BOD semakin tinggi pula zat pencemar yang terkandung dalam badan air tersebut. Dalam menganalisis tingkat pencemaran Kali Surabaya, dapat dilihat pada **Gambar 5.27** yang memuat data Grafik hasil uji kualitas badan air untuk parameter BOD dari tahun 2009 hingga tahun 2013.



Gambar 5. 27 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Kali Surabaya Parameter BOD

Analisis dilakukan terhadap hasil uji kualitas air Kali Surabaya untuk parameter BOD, apabila dilihat dari hulu ke hilir pada semua lokasi titik pantau milik PJT 1, hanya pada lokasi Bambe Tambangan yang nilai BOD nya terlihat meningkat tajam pada grafik **Gambar 5.27**.

Pada tahun 2009, terlihat grafik nilai BOD tertinggi ada di Bambe Tambangan dan Intake Karang Pilang tingginya nilai BOD adalah indikasi dari tingginya kandungan zat pencemar yang masuk ke dalam air Kali Surabaya. Pada lokasi uji kualitas air di Bambe tambangan, nilai BOD untuk tahun 2009 mencapai angka 8,00 mg/l dan melonjak 2x lipat dari titik pengambilan uji kualitas di Cangkir Tambangan. Sehingga, dapat dikatakan bahwa kandungan bahan pencemar pada air limbah yang dibuang ke Kali Surabaya dirasa cukup tinggi sehingga terjadi penurunan kualitas air Kali Surabaya. Apabila dianalisis hal tersebut dikarenakan banyaknya penduduk dengan bermacam-macam jenis aktivitas masyarakat baik

dari kegiatan domestik, kegiatan perindustriam, maupun kawasan niaga yang membuang limbah cairnya ke saluran yang bermuara pada Kali Surabaya. Nilai BOD yang tinggi tersebut juga diakibatkan adanya beban cemaran dari titik sebelumnya, sehingga air sungai tidak mampu melakukan *self purification* dan beban yang tinggi mengakibatkan nilai BOD yang akan melonjak tajam sebagai gambaran jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan zat pencemar organik.

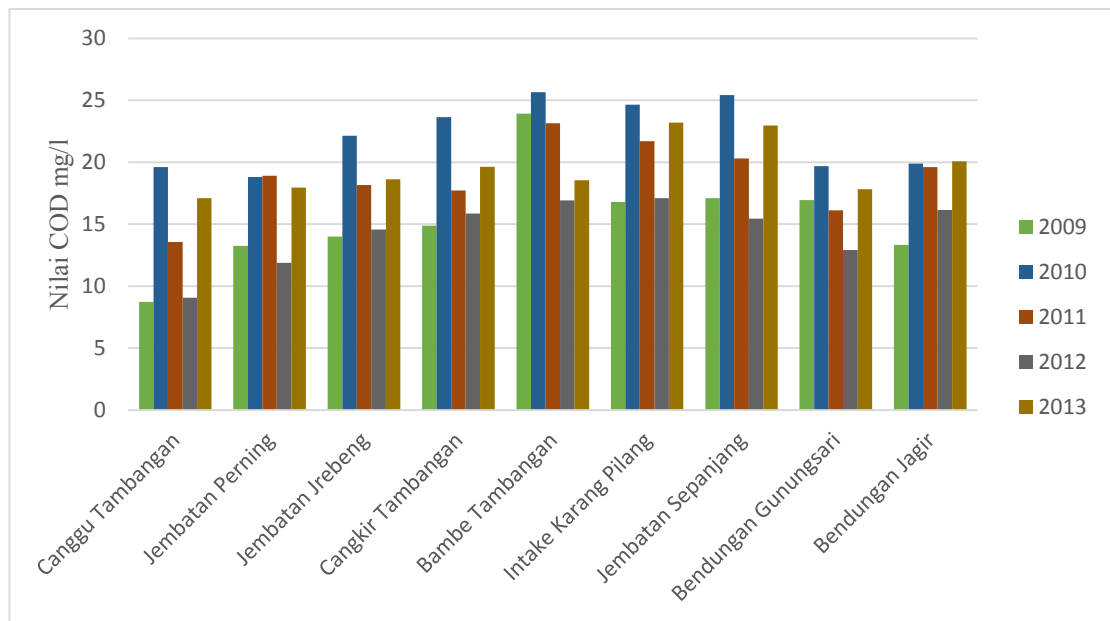
Menurut Hendrasarie dan Cahyarani (2010), mengatakan dalam penelitiannya semakin panjang jarak sungai terhadap beban cemaran yang masuk maka kemampuan *self purification* sungai juga semakin bagus, dinyatakan pula morfologi sungai juga mengambil peran yang penting dalam proses *self purification*. Karakteristik sungai yang relatif datar menunjukkan pola aliran yang relatif tenang dan tidak ada pergolakan (turbulensi) yang menyebabkan proses reaerasi udara ke dalam air menjadi berkurang sehingga kemampuan *self purification* sungai menjadi tidak optimal.

Selanjutnya dapat dilihat pada hasil uji kualitas air sungai Kali Surabaya masih pada tahun 2009, untuk lokasi uji intake Karang Pilang dengan nilai BOD sebesar 5,09 mg/l, Jembatan Sepanjang mencapai angka 4,71 mg/l serta Bendungan Gunungsari dengan nilai hasil uji sebesar 4,35 mg/l. Nilai BOD cenderung menurun apabila dikaitkan dengan kemampuan *self purification* sungai kemungkinan dapat dinyatakan beban bahan pencemar yang masuk ke sungai pada ruas tersebut lebih kecil dari batas kemampuan sungai untuk membersihkan diri maka bahan pencemar tersebut akan terus berkurang sehingga kualitas air sungai menjadi baik kembali.

Berdasarkan Razif (2004), keberadaan beban pencemar di perairan dipengaruhi oleh kadar oksigen terlarut yang tinggi di perairan, apabila terdapat beban pencemaran yang masuk ke dalam sungai maka akan ada 4 tahap yang dialami selama *self purification* yaitu, zona degradasi, zona dekomposisi aktif, zona pemulihan dan zona air bersih. Maka dari itu, keberadaan oksigen terlarut di perairan dibutuhkan oleh bakteri untuk melakukan proses dekomposisi bahan organik yang terkandung dalam air limbah.

5.2.2.2 Chemical Oxygen Demand (COD)

COD menurut Ali *et al*, 2013 pada penelitian mengenai kajian kualitas air Sungai Metro di Kota Malang menyatakan banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terkandung dalam air limbah secara kimia. Dalam menganalisis tingkat pencemaran Kali Surabaya, data nilai COD dapat dilihat dalam Grafik hasil uji kualitas badan air untuk parameter COD dari tahun 2009 hingga tahun 2013.



Gambar 5. 28 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Kali Surabaya Parameter COD

Analisis yang dapat dilakukan terhadap grafik uji kualitas air Kali Surabaya untuk parameter COD yang tersaji pada **Gambar 5.28** memiliki tingkat fluktuasi naik dan turun yang hampir sama dengan nilai BOD. Secara garis besar nilai COD yang terlihat pada hasil uji kualitas air Kali Surabaya cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai BOD, umumnya nilai COD lebih tinggi 2 hingga 5 kali dari nilai BOD. Hal tersebut terjadi karena nilai COD lebih mewakili oksidasi yang lebih lengkap daripada nilai BOD yang hanya mampu mengoksidasi secara biologis.

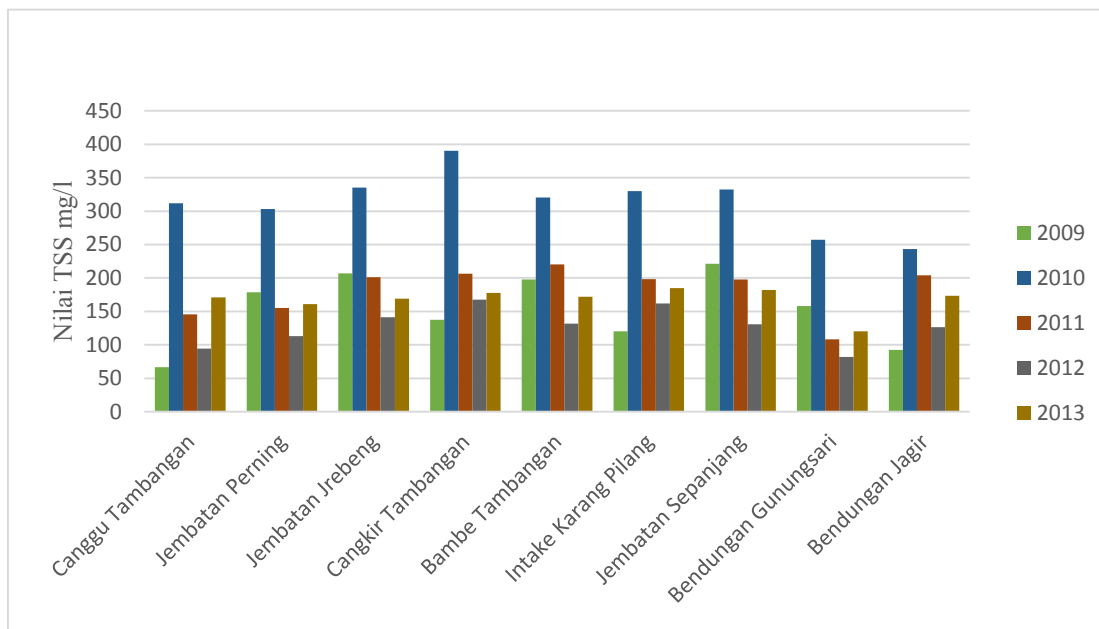
Hasil kualitas air Kali Surabaya untuk parameter COD yang tertinggi ada terjadi pada tahun 2010, di lokasi titik pantau uji kualitas air Bambe Tambangan, Intake Karang Pilang hingga Jembatan Sepanjang hingga mencapai nilai 25,65 mg/l, terjadi penurunan pada tahun 2011 dan tahun 2012 namun kembali meningkat

pada tahun 2013 dengan nilai COD mencapai angka 23,19 mg/l pada lokasi titik uji pantau Intake Karang Pilang. Hasil kualitas parameter COD di lokasi pantau uji kualitas air Kali Surabaya lainnya, kembali menurun hal tersebut di indikasikan, Kali Surabaya sebagai badan air memiliki kemampuan untuk melakukan *self purification* yaitu kemampuan untuk memulihkan kembali kandungan zat pencemar yang terdapat dalam dirinya hingga memiliki kualitas yang lebih baik. Namun, terjadi peningkatan kembali nilai COD pada lokasi titik uji kualitas air di lokasi uji pantau Bendung Jagir. Angka COD yang tinggi mengindikasikan semakin besarnya tingkat pencemaran yang terjadi (Yudo, 2010). Meningkatnya nilai BOD pada hasil kualitas air di Bendung Jagir dikarenakan limbah rumah tangga atau domestik yang merupakan sumber utama adanya kontribusi pencemar berupa zat organik. Pada penelitian yang dilakukan oleh Lumaela *et al* (2013) dengan judul penelitian pemodelan COD Sungai di Surabaya dengan Metode MGWR, dinyatakan apabila nilai COD yang terkandung dalam air sungai tinggi, diartikan memiliki hubungan positif terkait adanya pencemar berupa fosfat dan nitrat yang juga memiliki nilai yang tinggi.

Apabila kita analisis nilai COD secara keseluruhan dari hulu ke hilir melalui cara membandingkannya dengan dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, didapatkan hasil bahwa air Kali Surabaya masih termasuk ke dalam klasifikasi mutu air kelas II dan III. Dengan demikian berdasar pada nilai parameter COD, kualitas air Kali Surabaya masih dapat mendukung untuk kepentingan perikanan, pertanian dan sarana rekreasi, namun tidak sebagai air baku air minum.

5.2.2.3 Total Suspended Solid (TSS)

TSS atau padatan tersuspensi merupakan partikel yang menyebabkan kekeruhan baik terdiri dari bahan organik maupun bahan anorganik yang tersuspensi dalam air. Kandungan nilai TSS pada air sungai Kali Surabaya dapat dilihat pada **Gambar 5.29**.



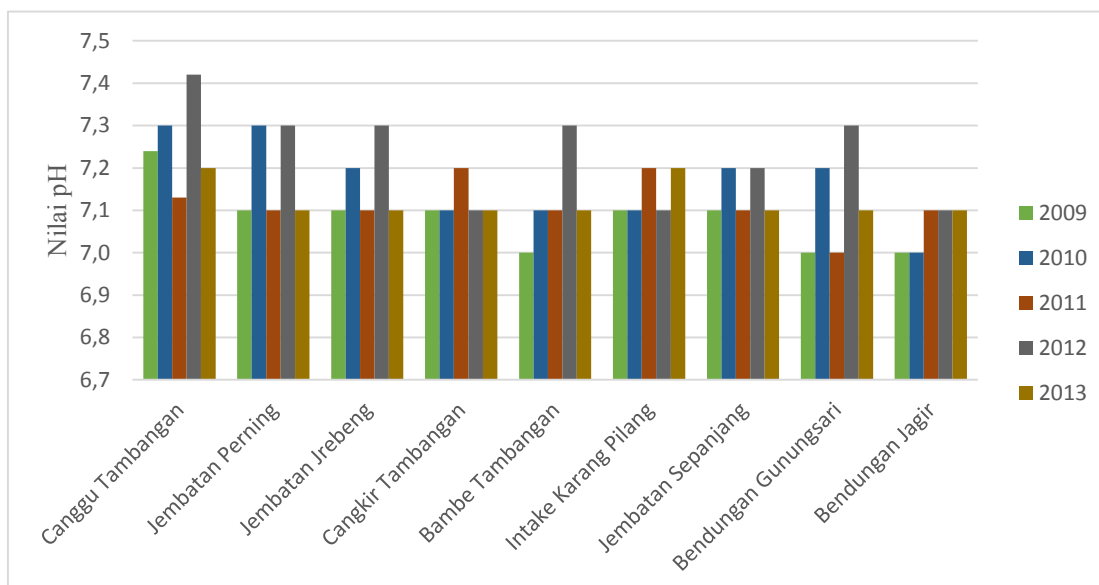
Gambar 5.29 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Kali Surabaya Parameter TSS

Hasil uji kualitas air Kali Surabaya untuk parameter TSS, dapat dilihat pada grafik **Gambar 5.29**, secara umum kandungan nilai TSS yang tinggi berada pada tahun 2010, berbeda dengan parameter BOD dan COD yang memiliki nilai tertinggi pada tahun 2009. Apabila dianalisis, rata-rata nilai TSS dari hulu ke hilir air Kali Surabaya apabila dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 masih termasuk dalam klasifikasi mutu air kelas II.

Nilai tertinggi untuk kandungan TSS pada tahun 2010, terjadi di lokasi uji kualitas air Cangkir Tambangan hingga mencapai angka 390,44 mg/l, apabila dianalisis adanya peningkatan nilai TSS pada air Kali Surabaya dikarenakan banyaknya alih fungsi lahan menjadi daerah terbangun baik itu berupa pemukiman ataupun industri di sekitar aliran Kali Surabaya sehingga menyebabkan padatan-padatan tanah yang memasuki aliran sungai melalui *run off* semakin meningkat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Effendi, 2003 nilai TSS yang tinggi dapat berpengaruh terhadap air Kali Surabaya untuk kepentingan perikanan.

5.2.2.4 Derajat Keasaman atau pH

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan atau zat. pH merupakan parameter ikutan dari hasil proses bio-kimia di dalam air. Kandungan nilai pH pada air Kali Surabaya dapat dilihat pada **Gambar 5.30**.



Gambar 5.30 Grafik Hasil Uji Kualitas Air Kali Surabaya Parameter pH

Pada **Gambar 5.30**, dapat dianalisis secara umum nilai pH pada air Kali Surabaya di setiap titik lokasi uji kualitas air berada di angka >7 , yang tertinggi berada di titik lokasi uji Canggu Tambangan dengan nilai pH sebesar 7,40 yang terjadi pada tahun 2012. Apabila dilakukan analisis dengan peraturan terkait, yaitu Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 baku mutu yang dipersyaratkan untuk nilai pH adalah antar pH 6 hingga pH 9, diambil kesimpulan kandungan pH yang terdapat pada air Kali Surabaya tidak melebihi baku mutu dan masih sesuai dengan peruntukaannya.

Fluktuasi nilai pH dipengaruhi oleh adanya buangan limbah organik dan anorganik ke sungai (Yuliastuti, 2011). Oleh karena itu, dapat dikatakan peningkatan nilai pH yang terjadi pada Canggu Tambangan pada tahun 2012 hingga nilai pH mencapai 7,40 dikarenakan adanya aktivitas pembuangan limbah organik yang bersumber dari limbah domestik yang masuk ke aliran Kali Surabaya. Hasil pengukuran tersebut diatas menunjukkan adanya kandungan sabun atau deterjen yang terkandung dalam air limbah hasil buangan aktivitas mandi dan cuci yang dilakukan oleh masyarakat.

Apabila dianalisis untuk parameter pH, kualitas air Kali Surabaya masih dapat dikatakan baik dan tidak tercemar. Berdasarkan Wardhana, 2004 dikatakan bahwa air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5 hingga 7,5. Nilai pH air yang tidak tercemar biasanya mendekati netral

atau dapat dikatakan $\text{pH} \geq 7$ dan memenuhi hampir semua organisme air. Sehingga nilai pH air Kali Surabaya yang berkisar antara 7,0 hingga 7,5 masih memenuhi syarat untuk kehidupan organisme air.

5.3 Analisis Beban Pencemaran

Analisis parameter fisika dan kimia telah dilakukan berdasarkan *standard methods* APHA, 1995 kemudian hasil dari hasil analisa tersebut dibandingkan dengan baku mutu air limbah sesuai Peraturan Gubernur Jatim No. 72 tahun 2013 sedangkan untuk mengetahui klasifikasi mutu kelas air, hasil analisa tersebut dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Semua analisis tersebut telah selesai dilakukan.

Selanjutnya peneliti melakukan analisa beban pencemaran (limbah) yang berasal dari berbagai aktivitas yang dilakukan manusia baik yang berasal dari limbah domestik, industri maupun pertanian yang dilakukan di darat yang dibuang melalui saluran yang menuju badan air, yang dalam penelitian ini bermuara di Kali Surabaya. Perhitungan beban pencemaran bertujuan untuk mengetahui sumber pencemaran, jenis bahan pencemar dan besarnya beban pencemaran yang masuk ke dalam aliran air Kali Surabaya.

Berdasarkan Mitsch dan Goesselink (1993) rumus perhitungan beban pencemaran dihitung melalui perkalian antara debit (m^3/detik) dengan konsentrasi limbah (mg/l) sesuai persamaan berikut

$$\text{BP} = \text{Q} \cdot \text{C} \cdot (10^{-6} \times 3600 \times 24 \times 360 \text{ ton/tahun}),$$

dimana

BP : Beban pencemaran (ton/tahun)

Q : Debit (m^3/detik)

C : Konsentrasi limbah (mg/l)

Besarnya beban pencemaran total yang masuk dalam aliran air Kali Surabaya dihitung dengan menjumlahkan beban pencemaran dari limbah domestik serta limbah industri, sehingga dapat dilihat berapa dan berasal darimana beban

pencemaran sepanjang Kali Surabaya yang akan dijelaskan pada **Tabel 5.4** dibawah ini.

Tabel 5.4 Nilai Beban Pencemaran sesuai Jumlah Penduduk

No	Kelompok Wilayah Studi	Konsentrasi Air Limbah (mg/l)			Debit Air Limbah (m ³ /dt)	Beban Pencemaran (ton/tahun)		
		BOD	COD	TSS		BOD	COD	TSS
1	Kelompok Wilayah Studi 1	8,00	13,00	400,00	0,025	6,22	10,11	311,04
2	Kelompok Wilayah Studi 2	6,00	10,00	20,00	0,024	4,48	7,46	14,93
3	Kelompok Wilayah Studi 3	6,00	10,00	16,00	0,025	4,67	7,78	12,44
4	Kelompok Wilayah Studi 4 *)	6,00	10,00	20,00	0,024	4,48	7,46	14,93
5	Kelompok Wilayah Studi 5 **)	19,00	30,00	22,00	0,024	14,18	22,39	16,42
6	Kelompok Wilayah Studi 6	19,00	30,00	22,00	0,024	14,18	22,39	16,42
7	Kelompok Wilayah Studi 7	6,00	10,00	36,00	0,024	4,48	7,46	26,87
8	Kelompok Wilayah Studi 8	6,00	12,00	18,00	0,024	4,48	8,96	13,44
TOTAL BEBAN PENCEMARAN						57,17	94,03	426,50

Sumber: Hasil Analisis, 2014

Keterangan:

*) nilai konsentrasi air limbah diambil dari saluran Ngelom.

**) nilai konsentrasi air limbah diambil dari Saluran Kedurus.

Dari hasil perhitungan beban pencemaran di Kali Surabaya akibat limbah domestik diatas, total beban pencemaran untuk parameter BOD sebesar 57,17 ton/tahun; COD sebesar 94,03 ton/tahun dan TSS sebesar 426,50 ton/tahun. Konsentrasi air limbah didapatkan dari hasil uji kualitas air limbah yang dilakukan oleh peneliti. Debit air limbah didapatkan dari perkalian antara jumlah penduduk sesuai perhitungan per KWS dengan debit air limbah tiap orang per harinya.

Selanjutnya akan dihitung pula beban pencemaran dari 10 industri yang membuang langsung *effluent* limbah cairnya ke Kali Surabaya berdasarkan data sekunder yang dikumpulkan oleh peneliti melalui beberapa instansi pemerintah baik itu berupa data konsentrasi air limbah maupun debit *effluent*. Nilai beban pencemaran untuk kegiatan industri disajikan pada **Tabel 5.5**.

Tabel 5.5 Nilai Beban Pencemaran sesuai Jumlah Industri

No	Nama Industri	Konsentrasi Air Limbah (mg/l)			Q Effluent (m ³ /dtk)	Beban Pencemaran (ton/tahun)		
		BOD	COD	TSS		BOD	COD	TSS
1	PT. Miwon Indonesia	44,00	90,5	38,00	0,0116	15,88	32,65	13,71
2	PT. Wings Surya	11,95	33,65	7,80	0,0003	0,11	0,31	0,07
3	PT. Surabaya Mekabox	18,10	74,71	18,94	0,0028	1,58	6,51	1,65

Lanjutan Tabel 5.5

No	Nama Industri	Konsentrasi Air Limbah (mg/l)			Q Effluent (m ³ /dtk)	Beban Pencemaran (ton/tahun)		
		BOD	COD	TSS		BOD	COD	TSS
4	PT. Surabaya Agung Industri	5,18	28,25	75,00	0,017	2,74	14,94	39,66
5	PT. Kedawung Setia	18,10	74,71	18,94	0,0002	0,11	0,46	0,12
6	PT. Multipack Unggul	36,95	155,70	32,00	0,00005	0,06	0,24	0,05
7	PT. Sinas Sosro	4,81	25,62	4,00	0,003	0,45	2,39	0,37
8	PT. Sarimas Permai	98,50	236,80	84,00	0,0006	1,84	4,42	1,57
9	PT. Suparma	8,86	36,92	30,00	0,022	6,06	25,26	20,53
10	PT. Spindo	11,50	25,10	2,00	0,0005	0,18	0,39	0,03
TOTAL BEBAN PENCEMARAN						29,00	87,58	77,76

Sumber: Hasil Analisis, 2014

Total beban pencemaran dari kegiatan limbah domestik serta industri telah disajikan pada didapatkan persentase beban pencemaran BOD domestik sebesar 66% dan persentase beban pencemaran BOD industri adalah 34%. Nilai beban pencemaran untuk COD dari domestik memiliki persentasi 52% dibandingkan dengan persentase COD industri 48%, untuk persentase TSS sebesar 85% dari kegiatan domestik dan 15 % dari kegiatan industri.

5.4 Strategi Pengelolaan Sungai

Peneliti melakukan analisis terhadap hasil-hasil penelitian yang didapat sehingga dapat memberikan gagasan terkait strategi pengelolaan sungai yang akan dijelaskan seperti dibawah ini.

✓ Pelaksanaan program pembangunan IPAL komunal di wilayah permukiman

Pelaksanaan program pembangunan IPAL komunal mutlak dilakukan di sepanjang Kali Surabaya, hal tersebut dikarenakan bahwa sebagian besar pola penggunaan lahan berupa daerah pemukiman yang merupakan penyebab utama terjadinya terjadinya pencemaran air yang mengakibatkan penurunan kualitas air Kali Surabaya. Berdasarkan pengamatan dan wawancara yang dilakukan pada penduduk di sempadan Kali Surabaya, masih banyak yang belum memiliki sarana sanitasi yang memadai dan beranggapan membuang limbah ke sungai merupakan solusi yang tepat dan cepat. Alasan lain yang tidak kalah penting berkaitan dengan hal tersebut adalah fungsi utama air Kali Surabaya yang digunakan sebagai air baku PDAM Kota Surabaya.

Pembangunan IPAL komunal, dirasa merupakan langkah yang tepat dalam pengendalian pencemaran air karena dengan adanya IPAL komunal titik-titik buangan air limbah dari rumah penduduk akan berkurang sehingga dapat berfungsi sebagai pembatasan titik pelepasan air limbah selain juga air limbah akan diolah terlebih dahulu sehingga apabila dibuang ke badan air kualitas sudah sesuai dengan badan air penerima.

✓ **Peningkatan frekuensi kegiatan pengawasan dan pemantauan**

Kondisi kualitas air Kali Surabaya pada stasiun pengamatan tertentu mengalami kenaikan konsentrasi zat pencemar terutama BOD dan COD yang cukup signifikan. Berkaitan dengan hal tersebut Pemerintah Provinsi Jawa Timur telah mengatur terkait Izin Pembuangan Limbah Cair ke Sumber-Sumber Air yang telah diatur pada Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 29 Tahun 2000 menyebutkan bahwa industri dan/atau kegiatan usaha yang telah memiliki izin IPLC wajib menyampaikan laporan tentang jumlah dan mutu buangan limbah cair secara periodik ke instansi lingkungan terkait.

Berdasarkan data dari BLH Provinsi Jawa Timur, masih banyak industri yang tidak secara rutin melaporkan jumlah dan mutu buangan limbah cairnya secara periodik. Padahal dokumen pelaporan milik industri dan/atau kegiatan usaha lainnya dapat dijadikan dasar bagi pengawasan dan pemantauan rutin bagi instansi terkait. Oleh karena itu kegiatan pengawasan dan pemantauan perlu ditingkatkan frekuensinya untuk mengantisipasi kejadian *effluent* melebihi baku mutu maupun kemungkinan adanya sumber pembuangan lain yang tanpa melalui unit IPAL sehingga berpotensi menambah beban pencemaran pada air Kali Surabaya.

✓ **Penegakan hukum maupun *rewards* kepada instansi dalam pengelolaan lingkungan**

Adanya peraturan terkait baku mutu air limbah dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya serta Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 29 Tahun 2000 tentang Izin Pembuangan Limbah Cair secara jelas telah diatur mengenai teknis pembuangan air limbah ke badan air Kali Surabaya. Hal ini dapat

menjadi dasar yang kuat dalam upaya pengendalian pencemaran air sungai. Penegakan hukum berupa peringatan, teguran maupun pencabutan ijin dapat dilakukan jika memang diperlukan. Namun demikian, sebagai pertimbangan, maka industri yang telah melakukan pengelolaan lingkungan dengan baik perlu diberikan semacam apresiasi misalnya melalui program penilaian kinerja lingkungan semacam Proper pada tingkat lokal (Kabupaten/Kota) sebagai perwujudan transparansi dan partisipasi publik dalam pengelolaan lingkungan. Begitu pula dengan program *reward* lainnya, yang diharapkan dapat memacu peran serta industri dalam pengendalian pencemaran air.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah

1. Hasil inventarisasi sumber pencemar di Kali Surabaya sepanjang 42,3 Km ditemukan terdapat 225 titik sumber pencemar, yang terdiri dari 215 titik berupa saluran limbah rumah tangga sedangkan sisanya 10 titik sumber pencemar yang berasal dari industri.
2. Persentase total beban pencemaran BOD domestik sebesar 66% dan persentase beban pencemaran BOD industri adalah 34%. Nilai beban pencemaran untuk COD dari domestik memiliki persentase 52% dibandingkan dengan persentase COD industri 48%, untuk persentase TSS sebesar 85% dari kegiatan domestik dan 15 % dari kegiatan industri. Sehingga dapat dinyatakan bahwa sumber pencemar utama di Kali Surabaya berasal dari kegiatan domestik.
3. Strategi pengendalian pencemaran air limbah yang dapat dilakukan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan antara lain:
 - Melakukan pembatasan titik pembuangan limbah cair ke sungai dengan cara membangun IPAL komunal bagi pemukiman di sepanjang Kali Surabaya
 - Melakukan peningkatan kegiatan pengawasan bagi kegiatan industri dalam melakukan pembuangan *effluent*
 - Melakukan penegakan hukum maupun *rewards* kepada industri dalam pengelolaan lingkungan

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah

1. Melakukan pengambilan titik sampling uji kualitas air limbah lebih banyak untuk dapat mengetahui dengan detail kandungan pencemar pada setiap wilayah.
2. Melakukan pemodelan daya tampung beban pencemaran dari data inventarisasi hasil pencemar yang telah didapatkan.
3. Melakukan penelitian lebih lanjut terkait inventarisasi sumber pencemar khususnya di Kali Tengah

L A M P I R A N
HASIL UJI LABORATORIUM KUALITAS AIR LIMBAH

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Air Limbah sesuai Segmentasi Wilayah Studi

Segmentasi	Hasil Uji Kualitas Air				Kepmen LH No.112 Tahun 2003				PerGub Jatim No. 72 Tahun 2013			
	BOD	COD	TSS	pH	BOD	COD	TSS	pH	BOD	COD	TSS	pH
Titik Awal	5,00	9,00	24,00	7,90	100,00	-	100,00	6-9	30,00	50,00	50,00	6-9
Saluran Ds. Penambangan/ KWS 1	8,00	13,00	400,00	7,70								
Saluran Ds. Ngelom/ KWS 2	6,00	10,00	20,00	7,50								
Saluran Ds. Jambangan/KWS 3	6,00	10,00	16,00	7,60								
Saluran Kedungsumur/ KWS 4	14,00	22,00	30,00	7,50								
Saluran Kali Tengah/ KWS 5	53,00	86,00	24,00	7,40								
Saluran Kedurus/ KWS 6	19,00	30,00	22,00	7,50								
Saluran Sawunggaling/ KWS 7	6,00	10,00	36,00	7,65								
Saluran Wonokromo/ KWS 8	6,00	12,00	18,00	7,50								
Titik Akhir	9,00	13,00	32,00	7,65								

Sumber: Hasil Lab. TL ITS, 2014

Tabel 2 Hasil Uji Kualitas Air Parameter Pencemar BOD

No	Stasiun Pantau	Hasil Uji Tahun Ke-					PP No. 82 Tahun 2001			
		2009	2010	2011	2012	2013	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1	Canggu Tambangan	3,07	4,49	3,27	1,93	3,52	2 mg/l	3 mg/l	6 mg/l	12 mg/l
2	Jembatan Perning	3,56	5,04	4,02	2,41	3,9				
3	Jembatan Jrebeng	4,11	5,7	4,05	2,89	4,11				
4	Cangkir Tambangan	4,47	5,7	4,38	3,64	4,54				
5	Bambe Tambangan	8,00	6,27	5,05	4,08	3,97				
6	Intake Karang Pilang	5,09	6,24	4,87	3,67	4,72				
7	Jembatan Sepanjang	4,71	6,34	4,43	3,37	4,6				
8	Bendungan Gunungsari	4,35	4,98	3,68	3,31	4,02				
9	Bendungan Jagir	3,99	5,05	4,7	3,54	4,46				
Rata-Rata		6,46	6,26	5,20	4,17	4,71				

Sumber: PJT, 2014

Tabel 3 Hasil Uji Kualitas Air Parameter Pencemar COD

No	Stasiun Pantau	Hasil Uji Tahun ke-					PP No. 82 Tahun 2001			
		2009	2010	2011	2012	2013	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1	Canggu Tambangan	8,74	19,62	13,57	9,07	17,10	10 mg/l	25 mg/l	50 mg/l	100 mg/l
2	Jembatan Pening	13,26	18,80	18,91	11,88	17,95				
3	Jembatan Jrebeng	14,01	22,13	18,17	14,57	18,63				
4	Cangkir Tambangan	14,87	23,63	17,71	15,87	19,63				
5	Bambe Tambangan	23,92	25,65	23,14	16,93	18,54				
6	Intake Karang Pilang	16,79	24,65	21,71	17,10	23,19				
7	Jembatan Sepanjang	17,10	25,41	20,31	15,46	22,97				
8	Bendungan Gunungsari	16,94	19,69	16,11	12,91	17,82				
9	Bendungan Jagir	13,34	19,90	19,60	16,14	20,08				
Rata-Rata		21,62	24,77	22,89	18,69	22,53				

Sumber: PJT, 2014

Tabel 4 Hasil Uji Kualitas Air Parameter Pencemar TSS

No	Stasiun Pantau	Hasil Uji Tahun Ke-					PP No. 82 Tahun 2001			
		2009	2010	2011	2012	2013	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1	Canggu Tambangan	66,54	311,63	145,41	94,41	171,09	50 mg/l	50 mg/l	400 mg/l	400 mg/l
2	Jembatan Pening	178,75	303,25	155,24	113,08	160,82				
3	Jembatan Jrebeng	206,77	335,45	201,05	141,37	168,91				
4	Cangkir Tambangan	137,54	390,44	206,54	167,41	177,83				
5	Bambe Tambangan	197,85	320,23	220,35	131,89	171,88				
6	Intake Karang Pilang	120,25	329,73	198,43	161,80	184,69				
7	Jembatan Sepanjang	221,31	332,18	197,67	130,75	182,07				
8	Bendungan Gunungsari	158,03	257,03	108,07	81,97	120,29				
9	Bendungan Jagir	92,51	243,10	203,80	126,51	173,47				
Rata-Rata		141,56	278,7	156,85	112,9	150,9				

Sumber: PJT, 2014

Tabel 5 Hasil Uji Kualitas Air Parameter Pencemar pH

No	Stasiun Pantau	Hasil Uji Tahun Ke-					PP No. 82 Tahun 2001			
		2009	2010	2011	2012	2013	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1	Canggu Tambangan	7,2	7,3	7,1	7,4	7,2	6-9	6-9	6-9	5-9
2	Jembatan Pening	7,1	7,3	7,1	7,3	7,1				
3	Jembatan Jrebeng	7,1	7,2	7,1	7,3	7,1				
4	Cangkir Tambangan	7,1	7,1	7,2	7,1	7,1				
5	Bambe Tambangan	7,0	7,1	7,1	7,3	7,1				
6	Intake Karang Pilang	7,1	7,1	7,2	7,10	7,2				
7	Jembatan Sepanjang	7,10	7,2	7,1	7,2	7,1				
8	Bendungan Gunungsari	7,0	7,2	7,0	7,3	7,1				
9	Bendungan Jagir	7,0	7,0	7,1	7,1	7,1				
Rata-Rata		7,12	7,16	7,14	7,25	7,18				

Sumber: PJT, 2014



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

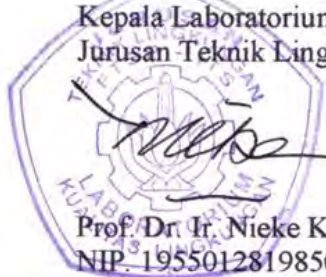
**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Ayu Kumala
Dikirim Tanggal : 17 Nopember 2014
Sampel Dari : Air Limbah Domestik Segmen 1

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	7,70	pHmeter
2	T S S	mg/L	50	400,00	Gravimetri
3	C O D	mg/L O ₂	50	13,00	Reflux/Tetrimetri
4	B O D	mg/L O ₂	30	8,00	Winkler

Surabaya, 28 Nopember 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS



Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :

*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Ayu Kumala
Dikirim Tanggal : 17 Nopember 2014
Sampel Dari : Air Limbah Domestik Segmen 2

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	7,50	pHmeter
2	T S S	mg/L	50	20,00	Gravimetri
3	C O D	mg/L O ₂	50	10,00	Reflux/Tetrimetri
4	B O D	mg/L O ₂	30	6,00	Winkler

Surabaya, 28 Nopember 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :

*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Ayu Kumala
Dikirim Tanggal : 17 Nopember 2014
Sampel Dari : Air Limbah Domestik Segmen 3

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	7,60	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	16,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	10,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	6,00	Winkler

Surabaya, 28 Nopember 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS



Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :

*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**


**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Ayu Kumala
Dikirim Tanggal : 17 Nopember 2014
Sampel Dari : Air Limbah Domestik Segmen 4

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	7,50	pHmeter
2	T S S	mg/L	50	30,00	Gravimetri
3	C O D	mg/L O ₂	50	22,00	Reflux/Tetrimetri
4	B O D	mg/L O ₂	30	14,00	Winkler

Surabaya, 28 Nopember 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc. 
NIP. 195501281985032001

Catatan :

*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

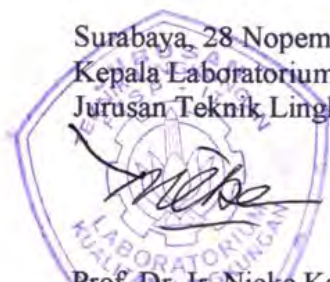
**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**


DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Ayu Kumala
Dikirim Tanggal : 17 Nopember 2014
Sampel Dari : Air Limbah Domestik Segmen 5

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	7,40	pHmeter
2	T S S	mg/L	50	24,00	Gravimetri
3	C O D	mg/L O ₂	50	86,00	Reflux/Tetrimetri
4	B O D	mg/L O ₂	30	53,00	Winkler

Surabaya, 28 Nopember 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS



Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc. 
NIP. 195501281985032001

Catatan :

*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

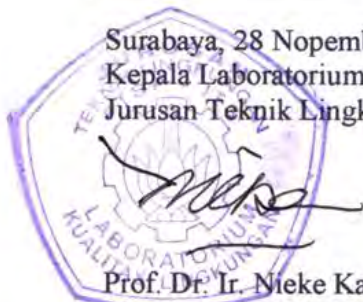
**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Ayu Kumala
Dikirim Tanggal : 17 Nopember 2014
Sampel Dari : Air Limbah Domestik Segmen 6

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	7,50	pHmeter
2	T S S	mg/L	50	22,00	Gravimetri
3	C O D	mg/L O ₂	50	30,00	Reflux/Tetrimetri
4	B O D	mg/L O ₂	30	19,00	Winkler

Surabaya, 28 Nopember 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS



Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc. *N*
NIP. 195501281985032001

Catatan :

*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Ayu Kumala
Dikirim Tanggal : 17 Nopember 2014
Sampel Dari : Air Limbah Domestik Segmen 7

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	7,65	pHmeter
2	T S S	mg/L	50	36,00	Gravimetri
3	C O D	mg/L O ₂	50	10,00	Reflux/Tetrimetri
4	B O D	mg/L O ₂	30	6,00	Winkler

Surabaya, 28 Nopember 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :

*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

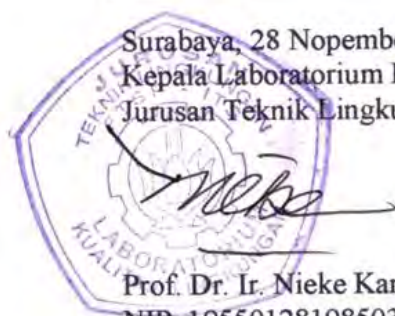
**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**


DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Ayu Kumala
Dikirim Tanggal : 17 Nopember 2014
Sampel Dari : Air Limbah Domestik Segmen 8

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	7,50	pHmeter
2	TSS	mg/L	50	18,00	Gravimetri
3	COD	mg/L O ₂	50	12,00	Reflux/Tetrimetri
4	BOD	mg/L O ₂	30	6,00	Winkler

Surabaya, 28 Nopember 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS



Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc. 
NIP. 195501281985032001

Catatan :
*).SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

Dikirim Oleh : Sdri. Ayu Kumala
Dikirim Tanggal : 17 Nopember 2014
Sampel Dari : Air Limbah Domestik Titik Akhir

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	7,65	pHmeter
2	T S S	mg/L	50	32,00	Gravimetri
3	C O D	mg/L O ₂	50	13,00	Reflux/Tetrimetri
4	B O D	mg/L O ₂	30	9,00	Winkler

Surabaya, 28 Nopember 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

Catatan :

*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami



**LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387**

DATA ANALISA LIMBAH CAIR

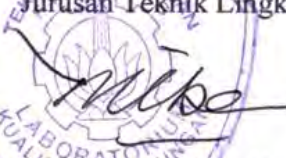
Dikirim Oleh : Sdri. Ayu Kumala
Dikirim Tanggal : 17 Nopember 2014
Sampel Dari : Air Limbah Domestik Titik Awal

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Domestik*)	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	pH	-	6 – 9	7,90	pHmeter
2	T S S	mg/L	50	24,00	Gravimetri
3	C O D	mg/L O ₂	50	9,00	Reflux/Tetrimetri
4	B O D	mg/L O ₂	30	5,00	Winkler

Surabaya, 28 Nopember 2014
Kepala Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Catatan :

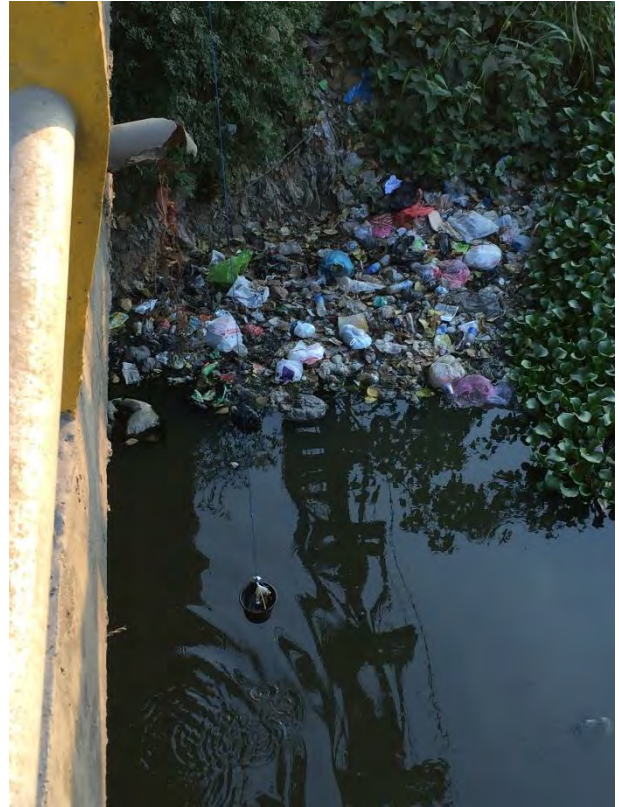
*)SK. Gub. Jatim No. 72 Tahun 2013
- Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami


Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, MSc.
NIP. 195501281985032001

LAMPIRAN

DOKUMENTASI KEGIATAN PENGAMBILAN UJI KUALITAS AIR LIMBAH







DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1987. *Metode Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional: Surabaya.
- Ali, A., Soemarno dan Purnomo, M. 2013. *Kajian Kualitas Air dan Status Mutu Air Sungai Metro di Kecamatan Sukun Kota Malang*. Jurnal Bumi Lestari, Vol. 13 No. 2 hlm. 265-274.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jatim. 2013. *Data Statistik Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Gresik dan Kota Surabaya Dalam Angka 2013*. Surabaya.
- Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur. 2011. *Perhitungan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Wilayah DAS Brantas*. Lembaga Penelitian Universitas Jember: Jember, Jawa Timur.
- Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur. 2013. *Identifikasi Industri Berpotensi Pencemar di Sungai Brantas*. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Brawijaya: Malang, Jawa Timur.
- Baduwi, M.S. 2011. *Aplikasi model simulasi Komputer Qual2kw pada studi pemodelan kualitas air kali Surabaya*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP- Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Baihaqi, A. 2007. *Pemetaan Self Purification Kali Surabaya Menggunakan Model H2PS. (Studi Kasus: Kali Surabaya Segmen Bambe)*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- BBTKL-PPM. 2010. *Laporan Sanitasi dan Kecenderungan Parameter Pencemar Air Badan Air Serta Risiko Gangguan Kesehatan di Kali Surabaya Semester II*. Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular: Surabaya.

- Cook, C., & Bakker, K. 2012. *Water Security: Debating an Emerging Paradigm*. Global Environmental Change. 22. (94-102).
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius: Yogyakarta.
- Global Water Partnership. 2000. *Integrated Water Resources Management In: Technical Advisory Comitee No.4. Stockhlom*.
- Hadi, P.M. dan Purnomo, Ig. 1996. *Pengaruh Lingkungan Fisik dan Sosial terhadap Kondisi Air Tanah di Kota Administrasi Cilacap*. Lembaga Penelitian Universitas Gajahmada: Yogyakarta.
- Hendrasarie, N. dan Cahyarani. 2010. *Kemampuan Self Purification Kali Surabaya, ditinjau dari Parameter Organik, berdasarkan Model Matematis Kualitas Air*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, Vol.2. No. 1.
- Herlambang, A. 2006. *Pencemaran Air dan Strategi Penanggulangannya*. Peneliti Pusat Teknologi Lingkungan, BBPT. JAI Vol. 2 No. 1
- Junaidi. 2006. *Analisis Teknologi Pengolahan Limbah Cair Pada Industri Tekstil (Studi Kasus Pt. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta)*. Jurnal Presipitasi: Vol 1, ISSN 1907-187X.
- Lumaela, A.K., Otok, B.W dan Sutikno. 2013. *Pemodelan COD Sungai di Surabaya dengan Metode Mixed Geographically Weighted Regression*. Jurnal Sains dan Semi Pomits Vol.2, No.1.
- Maharani, A. Ciptomulyono U, dan Santosa B. 2008. *Pengembangan Optimasi Manajemen Pengelolaan Kualitas Air Kali Surabaya dengan Interval Fuzzy Linier Progamming (IFLP)*. Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VIII Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Mardiana, E. 2010. *Studi Daya Dukung dan Daya Tampung Kali Surabaya Segmen Karang Pilang-Sepanjang dengan Metode Linner Programming*.

Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.

Mara, D. 1976. *Sewage Treatment in Hot Climates*. John Wiley & Sons: Chichester.

Maulidya, I. 2010. *Studi Daya Dukung dan Daya Tampung Kali Surabaya Segmen Gunung Sari-Jagir dengan Metode Linner Programming*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.

Mitsch, L., and Gosselink, J.G. 1993. *Wetlands in Water Quality, Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. Van Nostrand Reinhold: New York.

Mudarisin. 2004. *Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai (Studi Kasus Sungai Cipinang Jakarta Timur)*. Universitas Indonesia: Jakarta.

Mukhtasor. 2007. *Pencemaran Pesisir dan Laut*. Pradnya Paramita: Jakarta.

Mulyanto, H.R. 2007. *Sungai, Fungsi dan Sifat-Sifatnya*. Graha Ilmu :Yogyakarta.

Pemerintah Republik Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*: Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia. 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Kementerian Lingkungan Hidup: Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia, 2010. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 1 Tahun 2010 tentang Tata Pengendalian Pencemaran Air*. Kementerian Lingkungan Hidup: Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia. 2013. *Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 tentang Bagi Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau*

Kegiatan Usaha Lainnya. Badan Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur: Surabaya .

Perum Jasa Tirta I. 2014. Hasil Kualitas Air Sungai Kali Surabaya Tahun 2009-2013. Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta: Malang.

Razif, M. dan Yuniarto, A. 2004. *Pengelolaan Kualitas Air*. Teknik Lingkungan FTSP-Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.

Rahmawati, S. 2011. *Pengaruh Kegiatan Industri Terhadap Kualitas Air Sungai Diwak di Kabupaten Semarang & Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai*. Tesis Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro: Semarang.

Sasongko, L.A. 2006. *Kontribusi Air Limbah Domestik Penduduk Sekitar Sungai Tuk Terhadap Kualitas Air Sungai Kaligarang Serta Upaya Penanganannya*.Tesis Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro: Semarang.

Sastrawijaya, A.T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta: Jakarta

Soemarwoto, O. 2003. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Djambatan: Jakarta.

Sugiharto.1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI-PRESS: Jakarta.

Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Taman Hias Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan*.Tesis Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro: Semarang.

Tchobanoglous.1991.*Wastewater Treatment Plant (Planning Design, and operation)*. CBS College Publishing: New York.

Widiadi, J.B. 1986. *Teknik Penyehatan Masyarakat*. Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember:Surabaya.

Wardhana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset:Yogyakarta.

Yudo, S. 2010. *Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta ditinjau dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat, Deterjen dan Bakteri Coli*. Jurnal Akuakultur Indonesia, Vol: 6. hlm 34-42

Yulastuti, E. 2011. *Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air*. Tesis Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro: Semarang.

http://www.sanitasi.or.id/ppsp/wp-content/uploads/pdf/air-limbah/4_dasar-dasar_teknik_dan_pengelolaan_air_limbah.pdf): waktu akses 02/12/2014

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Nama lengkap Penulis adalah Ayu Kumala Novitasari yang merupakan putri kedua dari Bapak Drs. H. Suprayitno dan Ibu Dra. Hj. Sri Rahayu. Penulis dilahirkan di Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur pada tanggal 10 Nopember 1988. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Idhata Surabaya, SDNegeri Percobaan Ketintang Surabaya, SMP Negeri 32 Surabaya dan SMA Trimurti Surabaya. Setelah lulus dari jenjang SMA penulis melanjutkan pendidikan sarjana dan diterima di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS tahun 2007 dan menyelesaikan pendidikan S-1 pada tahun 2011. Pada tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan pada Program Magister (S-2) di Jurusan Teknik Lingkungan ITS Surabaya. Penulis dapat dihubungi di *e-mail* ayukumalla.88@gmail.com.